



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102379793 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201110237805. 4

(22) 申请日 2011. 08. 18

(73) 专利权人 付风生

地址 455000 河南省安阳市文峰区育才路 9
号院 2 号楼 4 单元 401 号

专利权人 安阳神方康复机器人有限公司

(72) 发明人 付风生 兰陟 刘建民 郭晓波
赵重明 徐军峰 范汉杰 梁灏方
白洁芳

(74) 专利代理机构 郑州科维专利代理有限公司
41102

代理人 张欣棠

(51) Int. Cl.

A61H 1/02 (2006. 01)

A63B 21/005 (2006. 01)

A63B 23/12 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101869526 A, 2010. 10. 27,

CN 102119902 A, 2011. 07. 13,

US 2009264799 A1, 2009. 10. 22,

US 2010016766 A1, 2010. 01. 21,

兰陟 等. 基于旋量理论的 5-DOF 上肢康复机器人雅克比矩阵求解. 《机械设计》. 2011, 第 28 卷 (第 5 期), 51-53, 74.

审查员 张莉平

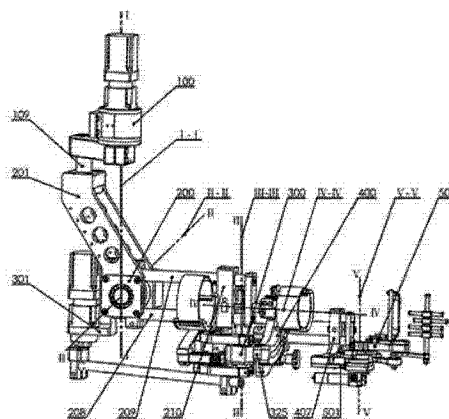
权利要求书 7 页 说明书 12 页 附图 11 页

(54) 发明名称

一种上肢康复训练机器人

(57) 摘要

本发明涉及一种上肢康复训练机器人, 包括第 I 关节、第 II 关节、第 III 关节、第 IV 关节和第 V 关节, 5 个关节依次串联联接, 各关节的运动分别对应肩关节外展 / 内收、肩关节屈 / 伸、肘关节屈 / 伸、前臂内旋 / 外翻、腕关节屈 / 伸和手指屈 / 伸, 本发明的机器人各个关节采用独立电机驱动的方式, 每个关节均设置有机硬限位和电气限位, 对患者的训练进行保护; 在第 II 关节和第 IV 关节分别设置有可以调节第 II 关节和第 III 关节间、第 III 关节和第 V 关节间相对位置的调整装置。该康复机器人为患者上肢的肩、肘、前臂翻转、腕、手指关节在三维空间内提供各种康复运动, 能够较高质量地完成患者上肢康复训练。



1. 一种上肢康复训练机器人,用于上肢运动功能障碍患者进行康复训练,该机器人包括上肢训练机构、底架(001)和座椅(002),上肢训练机构固定在底架(001)上,底架(001)配置一所述座椅(002),该机器人具有第 I 关节(100),其对应肩关节外展 / 内收,其特征在于:

第 I 关节(100)包括一驱动装置一(101)、一水平回转装置一(108)和一底座装置(201);所述底架(001)与驱动装置一(101)的固定支撑件刚性连接,驱动装置一(101)驱动回转装置一(108)摆动,底座装置(201)固定在回转装置一(108)摆动的远端,随回转装置一(108)摆动,底座装置(201)沿右下方倾斜,且底座装置(201)位于回转装置一(108)的正下方,底座装置(201)上设有训练肩关节外展 / 内收时固定手臂的装置;

该机器人还包括第 II 关节(200)和第 III 关节(300),第 II 关节(200)对应肩关节上抬 / 下放,即屈 / 伸运动;第 III 关节(300)对应肘关节屈 / 伸,第 III 关节(300)包括肘关节回转装置和驱动装置;

该第 II 关节(200)具有一个驱动装置二(202)和一个在底座装置下端部的沿竖直方向回转的回转装置,该驱动装置二(202)驱动该竖直方向回转的回转装置,并且该回转装置上设有用于训练肩关节屈 / 伸时固定手臂的装置;

所述第 II 关节(200)的驱动装置二(202)为电机减速机二,所述沿竖直方向的回转装置由第 II 关节回转轴(206)、回转块(203)和回转杆(208、209)组成,训练肩关节屈 / 伸时固定手臂的装置安装在回转杆上,用于固定上臂;

所述回转杆(208、209)上穿设第 III 关节连接块(210);

所述第 III 关节(300)的肘关节回转装置包括第 III 关节回转轴(321)、第 III 关节回转轴固定件(322)、轴承座三(324)、轴承压盖一(326)和扇形回转件(325);第 III 关节回转轴固定件(322)固联在第 II 关节(200)的第 III 关节连接块(210)下方一侧,第 III 关节回转轴(321)固定安装在第 III 关节回转轴固定件(322)的一端上,第 III 关节回转轴(321)中部设有安放轴承的所述轴承座三(324),所述轴承座三(324)上固定安装有所述扇形回转件(325)。

2. 如权利要求 1 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述驱动装置一(101)为电机减速机一,所述回转装置一(108)为回转臂,所述底座装置(201)为叉形底座。

3. 如权利要求 2 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:第 I 关节(100)还包括驱动轴一(105)、轴承座一(103)、上轴承压盖(102)、下轴承压盖(104)和连接轴(109);所述固定支撑件为轴承座一(103),电机减速机一(101)驱动驱动轴一(105)转动,驱动轴一(105)与轴承配合安装,该轴承安装在轴承座一(103)内,轴承座一(103)的上下两端面分别安装有所述上轴承压盖(102)和所述下轴承压盖(104),电机减速机一(101)固定于所述上轴承压盖(102)上,回转臂(108)的两端部垂直方向分别设置有通孔一(108a)、通孔二(108c),驱动轴一(105)的下部和连接轴(109)的上部分别插入回转臂(108)的通孔一(108a)、通孔二(108c)中,并固定,连接轴(109)的下端固定在叉形底座(201)上,叉形底座在驱动轴一(105)、回转臂(108)和连接轴(109)的带动下实现肩关节外展 / 内收。

4. 如权利要求 3 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述回转臂(108)的左右端侧面设置有垂直方向的开槽一(108b)和开槽二(108d),开槽一(108b)和开槽二(108d)设于回转臂(108)的端面正中,并沿水平方向延伸至各自对应的通孔一(108a)、通孔二

(108c) 中, 分别形成与通孔一(108a) 和通孔二(108c) 连通的轴向狭缝, 通过紧定螺栓一使得回转臂(108) 的两端的开槽一、开槽二缝隙变小, 从而实现回转臂(108) 和驱动轴一(105)、连接轴(109) 的固定连接。

5. 如权利要求 4 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 在驱动轴一(105) 的底端端面设有径向凹槽一, 回转臂(108) 上与驱动轴一(105) 连接端的底部端面对应设有径向凹槽二, 径向凹槽一与径向凹槽二形状尺寸相同, 驱动轴一(105) 装入通孔一(108a) 后, 径向凹槽一与径向凹槽二互相对齐, 回转臂定位块一(111) 安装于该对齐后的凹槽内, 并用螺钉将回转臂定位块一(111) 固定。

6. 如权利要求 5 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 在连接轴(109) 的上端端面设有径向凹槽三, 所述回转臂(108) 上与连接轴(109) 连接端的上部端面对应设有径向凹槽四, 径向凹槽三与径向凹槽四形状尺寸相同, 连接轴(109) 装入通孔二(108c) 内, 径向凹槽三与径向凹槽四互相对齐, 回转臂定位块二(112) 安装于该对齐后的凹槽内, 并用螺钉将回转臂定位块二(112) 固定。

7. 如权利要求 6 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 所述第 I 关节(100) 设置有机机械限位和电气限位。

8. 如权利要求 7 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 所述机械限位由固定限位块一和移动限位块一组成, 固定限位块一(110) 固定在所述下轴承压盖(104) 上, 固定限位块一(110) 上设有扇形通孔, 移动限位块一(113) 固定在驱动轴一(105) 上与该扇形通孔对应, 通过移动限位块一在移动过程中与固定限位块一相碰触实现机械限位。

9. 如权利要求 8 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 所述电气限位由两个霍尔元件一(115、116) 和一磁钢片一(114) 组成, 磁钢片一(114) 固定于回转臂(108) 上, 霍尔元件一(115、116) 固定于固定限位块一(110) 上, 当磁钢片一(114) 与霍尔元件一(115、116) 正对时, 对应的霍尔元件一接通。

10. 如权利要求 1 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 所述回转杆为回转杆一(208) 和回转杆二(209), 第 II 关节(200) 还包括轴承座二(205)、所述第 III 关节连接块(210) 和杆端固定件(212); 电机减速机二(202) 和轴承座二(205) 固定在叉形底座(201) 下部, 轴承安装在轴承座二(205) 内, 第 II 关节回转轴(206) 套在轴承(204) 的内孔中, 回转块(203) 位于叉形底座(201) 下部两叉之间, 第 II 关节回转轴(206) 伸入回转块(203) 的中心孔内, 并且电机减速机二(202) 的输出轴驱动第 II 关节回转轴(206) 带动回转块(203) 转动, 回转杆一(208) 和回转杆二(209) 互相平行设置, 它们的一端穿过回转块(203) 上的通孔并与回转块(203) 固定, 回转杆一(208) 和回转杆二(209) 另一端穿过所述第 III 关节连接块(210) 上的通孔, 所述第 III 关节连接块(210) 用于连接对应肘关节屈 / 伸的第 III 关节(300), 所述第 III 关节连接块(210) 能够沿回转杆一(208) 和回转杆二(209) 左右滑动, 回转杆一(208) 和回转杆二(209) 的另一端端部固装有所述杆端固定件(212); 回转块(203) 在电机减速机二(202) 的驱动下, 带动回转杆一(208) 和回转杆二(209) 以及固定在回转杆一(208) 和回转杆二(209) 上的部件绕第 II 关节(200) 回转轴(206) 轴线 II - II 转动, 实现肩关节屈 / 伸运动。

11. 如权利要求 10 所述的上肢康复训练机器人, 其特征在于: 所述第 III 关节连接块(210) 沿回转杆一(208) 和回转杆二(209) 的左右滑动调整通过下面的机构实现, 在所述

第III关节连接块(210)上的用于穿设回转杆一和回转杆二的通孔之间的部位开设有垂直所述回转杆方向的长方形槽孔(210c),长方形槽孔(210c)内用于容纳卡块(211),卡块(211)与长方形槽孔(210c)形状大体相同,它们之间间隙配合,卡块(211)的中央开有水平方向的螺孔(211a),调整螺栓二(214)一端有螺纹(214a),该有螺纹的一端拧入上述卡块上的螺孔(211a),另一端穿过所述杆端固定件(212)与手轮二(216)固定连接,所述杆端固定件(212)允许调整螺栓二(214)转动,但阻止其轴向移动,通过手轮二(216)的转动带动调整螺栓二(214)、卡块(211),进而带动所述第III关节连接块(210)沿回转杆一(208)和回转杆二(209)滑动。

12. 如权利要求 11 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节连接块(210)沿回转杆一(208)和回转杆二(209)滑动调整后,通过锁定机构锁定。

13. 如权利要求 12 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述的锁定机构是:所述第III关节连接块(210)垂直方向上,用于穿设回转杆一(208)和回转杆二(209)的两个通孔之间设置有开槽(210b),开槽(210b)贯通所述第III关节连接块(210)的左右两侧面,形成狭缝,在所述第III关节连接块(210)上还开设有另一开槽(210a),形成另一道狭缝,该另一开槽(210a)与开槽(210b)垂直且位于其中间位置,另一开槽(210a)与长方形槽孔(210c)分别位于所述第III关节连接块(210)的相对两侧,该另一开槽(210a)也同样贯通所述第III关节连接块(210)的左右两侧面,在所述第III关节连接块(210)的左右两侧面,开槽(210b)和另一开槽(210a)形成“T”形,这样所述第III关节连接块(210)垂直方向上形成两个相对的悬臂;于另一开槽(210a)中间位置,垂直回转杆一(208)和回转杆二(209)方向钻有螺纹孔,该螺纹孔跨越开槽(210b)进一步延伸,该螺纹孔与锁紧螺栓一(213)配合,锁紧螺栓一(213)的外端固装有手轮一(215),当转动手轮一(215)时,上述悬臂微微弯曲,使开槽(210b)缝隙变小,从而将所述第III关节连接块(210)锁定在回转杆一(208)和回转杆二(209)上。

14. 如权利要求 10—13 之一所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第II关节(200)设置有第II关节机械限位和第II关节电气限位。

15. 如权利要求 14 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第II关节机械限位是:轴承座二(205)作为固定限位块二,该固定限位块二面向回转块(203)的一侧设有扇形凹槽,扇形凹槽的角度大小由回转杆一(208)和回转杆二(209)的摆动幅度确定,移动限位块二(207)固装在回转块(203)上并随着回转块(203)绕第II关节回转轴(206)转动,移动限位块二(207)的安装位置与上述扇形凹槽对应,并且移动限位块二(207)凸出进入扇形凹槽的区域,使得回转块(203)在回转过程中,移动限位块二(207)能够碰触到上述扇形凹槽的两个侧面(205a、205b)。

16. 如权利要求 15 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第II关节电气限位是:移动限位块二(207)上设置有磁钢片二(217),在轴承座二(205)的扇形凹槽外周侧,固装有两个霍尔元件二(218、219),磁钢片二(217)和霍尔元件二(218、219)通过磁感应实现限位控制,当磁钢片二(217)分别与霍尔元件二(218、219)正对时,对应的霍尔元件二接通,从而实现第II关节(200)的两个极限位置的电气限位。

17. 如权利要求 1 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节(300)的驱动装置包括电机底座一(301)、电机减速机三(302)、曲柄(303)、转动副一(304)和转动副二(307)、连杆(306)、摇杆(308)以及曲柄(303)的固定限位块三(305);电机底座一(301)固装在第II关节(200)的回转杆一(208)和回转杆二(209)上伸出回转块(203)的一端,电机减速机三(302)固定在电机底座一(301)上,电机减速机三(302)输出轴与曲柄(303)的一端连接,曲柄(303)另一端连接有一转动副一(304),该转动副一(304)与连杆(306)一端固接,连杆(306)的另一端与转动副二(307)固接,该转动副二(307)与摇杆(308)一端固接,摇杆(308)另一端与扇形回转件(325)固接。

18. 如权利要求 17 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述转动副一(304)和转动副二(307)结构相同,均由销轴(391)、连杆连接块(393)、轴承和轴承压盖二(394)组成,销轴(391)安装在轴承内,连杆连接块(393)的下部设有通孔(393a),用于穿设连杆(306)的一端,自连杆连接块(393)上的通孔(393a)至连杆连接块(393)底端面垂直设置有开槽(393b),连杆(306)与连杆连接块(393)通过垂直于开槽(393b)的紧定螺栓二(395)锁定。

19. 如权利要求 18 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节(300)设置有第III关节机械限位和第III关节电气限位。

20. 如权利要求 19 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节机械限位结构如下,曲柄(303)的固定限位块三(305)固定在第III关节的电机底座一(301)上,固定限位块三(305)的一端面上设有扇形凹槽,曲柄(303)嵌入该凹槽内,并可在该凹槽内转动,当曲柄(303)的两个侧面(303a、303b)分别接触到固定限位块三(305)扇形凹槽的两个侧面(305a、305b)时,曲柄(303)转到两个极限位置。

21. 如权利要求 19 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节电气限位结构如下,磁钢片三(309)安装在曲柄(303)上,两个霍尔元件三(310、311)固装在固定限位块三(305)上,磁钢片三(309)和霍尔元件三(310、311)构成电气限位,使得当电机减速机三(302)驱动曲柄(303)转动,磁钢片三(309)能够分别与霍尔元件三(310、311)正对时,对应的霍尔元件三接通,从而实现第III关节(300)的两个极限位置的电气限位。

22. 如权利要求 17 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述转动副一(304)的回转轴到第III关节电机减速机三(302)的回转轴间的垂直距离(381)和转动副二(307)的回转轴到第III关节(300)的回转轴(321)的轴线III-III间的垂直距离(382)平行且相等。

23. 如权利要求 22 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:该机器人设有上臂绑缚托架机构,在第III关节回转轴固定件(322)的左侧面垂直方向上固装连接板(221),连接板(221)的中部垂直设有连接杆(222),并且连接杆(222)能沿连接板(221)上下滑动,它们之间通过锁定机构锁定,连接杆(222)的另一端固定连接力传感器一(223)的一端,力传感器一(223)的另一端固定连接上臂托架连接件(224),力传感器一(223)沿水平方向设置,上臂托架连接件(224)与力传感器一(223)垂直,且沿向上的方向延伸,上臂托架连接件(224)上固定有上肢的上臂托架(225),通过绑带一(226)能够将上肢上臂绑缚在上臂托架(225)上。

24. 如权利要求 23 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第III关节(300)中的力传感器一(223)是二维力传感器。

25. 如权利要求 24 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述扇形回转件(325)上固定有上肢前臂托架。

26. 如权利要求 25 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述上肢前臂托架的具体结构是,所述扇形回转件(325)的向上的端面上固定前臂托架连接件(362),力传感器二(363)的一端与该前臂托架连接件(362)固定连接,另一端固定有所述上肢前臂托架(364),该力传感器二(363)水平设置,通过绑带二(365)能够将上肢前臂绑缚在该托架(364)上。

27. 如权利要求 17—26 之一所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:该机器人还包括第IV关节(400),其对应上肢前臂的内旋和 / 或外翻。

28. 如权利要求 27 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:第IV关节(400)包括固定块(401)、轴承座四(402)、扇形齿轮(404)、齿轮轴(405)、连接杆一(406)和连接杆二(408)、锁紧块(407)、杆端固定件(409)、锁紧螺栓二(410)以及锁紧螺栓二手轮(411);固定块(401)通过一锁紧装置固联在第III关节(300)的扇形回转件(325)上,轴承座四(402)固装在固定块(401)上,齿轮轴(405)的一端与轴承座四(402)内的轴承配合连接,另一端固定连接手轮,齿轮轴(405)的齿轮部分和扇形齿轮(404)啮合连接,连接杆一(406)和连接杆二(408)两端均设有杆端固定件,其中固定块(401)侧的杆端固定件和扇形齿轮(404)一体结构,连接杆一(406)和连接杆二(408)平行设置,锁紧块(407)呈 L 形,L 形的一边可滑动并可锁紧地设置在连接杆一(406)和连接杆二(408)上,L 形的另一边端部设有连接法兰。

29. 如权利要求 28 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述固定块(401)的锁紧装置包括锁紧螺栓三(341)、锁紧螺栓三固定块(342)、压块(343)、楔形块(344)、销轴一(345)和销轴二(346)和压垫(347);锁紧螺栓三固定块(342)固定在扇形回转件(325)上,锁紧螺栓三(341)的一端和锁紧螺栓三固定块(342)连接,锁紧螺栓三固定块(342)允许锁紧螺栓三(341)转动但阻止其轴向移动,锁紧螺栓三(341)另一端旋入压块(343)中的楔形块(344)上的螺孔内,压块(343)和楔形块(344)滑动配合,压块(343)和销轴一(345)和销轴二(346)的一端固定连接,销轴一(345)和销轴二(346)的另一端上固定有压垫(347),锁紧螺栓二手轮设置在锁紧螺栓三(341)外侧;转动锁紧螺栓三(341)带动楔形块(344)移动,使压块(343)在楔形块(344)的作用下沿销轴一(345)和销轴二(346)轴向移动,从而使销轴一和销轴二另一端的压垫(347)将第IV关节(400)的扇形齿轮(404)锁紧在扇形回转件(325)上。

30. 如权利要求 27 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:该机器人还包括第V关节(500),其具有腕关节屈 / 伸功能。

31. 如权利要求 30 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:第V关节(500)包括手掌驱动装置。

32. 如权利要求 31 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述手掌驱动装置包括底板(501)、轴承座五(502)、电机减速机四(504)、电机底座二(505)、固定限位块四(508)、凸轮盘(509)、驱动轴二(510)、回转柄(511)、凸轮盘连接杆(512)、手掌托架连接件(513)、手掌托架(514)和手掌固定杆(515);第V关节(500)与第IV关节(400)通过底板(501)一端的法兰与第IV关节(400)上的锁紧块(407)的连接法兰连接,轴承座五(502)固定在底

板(501)上表面,轴承座五(502)的上表面固定有所述固定限位块四(508),轴承座五(502)的下方底板底部固定有所述电机底座二(505),电机减速机四(504)固定在所述电机底座二(505)上,电机减速机四(504)驱动驱动轴二(510),驱动轴二(510)的上端固定连接所述回转柄(511),所述回转柄(511)的远端固定连接手掌托架连接件(513)的一端,手掌托架连接件(513)的另一端朝向驱动轴二(510),凸轮盘(509)通过其上的孔空套在驱动轴二(510)上,且位于所述回转柄(511)下方,凸轮盘(509)上表面的一侧边缘固定连接有所述凸轮盘连接杆(512),所述凸轮盘连接杆(512)与手掌托架连接件(513)的远离驱动轴二(510)的一端铰接,这样凸轮盘(509)通过所述凸轮盘连接杆(512)和手掌托架连接件(513)与所述回转柄(511)连接,手掌托架(514)和手掌固定杆(515)安装在手掌托架连接件(513)上,手掌托架(514)能够在手掌托架连接件(513)上滑动调节,手掌固定杆(515)垂直手掌托架连接件(513)向上延伸,手掌固定杆(515)的两端固定绑带三(516)。

33. 如权利要求 32 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:该机器人包括的第 V 关节(500)还具有手指屈/伸功能。

34. 如权利要求 33 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:第 V 关节(500)还包括手指驱动装置。

35. 如权利要求 34 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述手指驱动装置包括凸轮限位块(531)、中间连杆(533)、远端连杆(534)、手指支撑杆(535)、指杆(537)、指滑(538)、凸轮限位块连接件(542)和挡块(532 和 540);安装有轴承的所述凸轮限位块连接件(542)固定在底板(501)上,短轴一(541)一端与所述凸轮限位块连接件(542)内的轴承配合安装,另一端与所述凸轮限位块(531)铰接,所述凸轮限位块(531)的两侧边上固联有两个所述挡块(532 和 540),所述中间连杆(533)的两端分别和所述凸轮限位块(531)的远离短轴一(541)的端部、所述远端连杆(534)的近端铰接,所述远端连杆(534)的近端另外还固联有短轴二(545),短轴二(545)和安装在所述回转柄(511)远端内的轴承配合安装,所述远端连杆(534)的远端上固定有所述手指支撑杆(535),所述手指支撑杆(535)与所述远端连杆(534)垂直并向上延伸,所述指杆(537)通过固联的套块(536)套在手指支撑杆(535)上,所述指杆(537)与所述手指支撑杆(535)垂直,所述指滑(538)在所述指杆(537)上能够滑动。

36. 如权利要求 30—35 之一所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第 V 关节(500)设置有第 V 关节机械限位和第 V 关节电气限位。

37. 如权利要求 36 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第 V 关节机械限位结构如下,第 V 关节(500)驱动轴二(510)的所述固定限位块四(508)上靠近驱动轴二(510)的一侧设置有扇形槽,该扇形槽具有侧端面(508a 和 508b),驱动轴二(510)上固定有凸块,该凸块具有侧端面(510a 和 510b),当驱动轴二(510)凸块的两个侧端面(510a、510b)分别接触到所述固定限位块四(508)的扇形槽的两个侧端面(508a、508b)时,驱动轴二(510)转到两个极限位置,无法再继续转动,从而实现第 V 关节(500)的机械限位保护。

38. 如权利要求 37 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述第 V 关节电气限位结构如下,磁钢片四(551)固定在凸轮盘(509)上,霍尔元件四(552 和 553)固装在第 V 关节(500)驱动轴二(510)的所述固定限位块四(508)上,霍尔元件四(552 和 553)具体安装位置根据回转角度的需要设定,使得当电机减速机四(504)驱动驱动轴二(510)转动,磁钢

片四(309)能够分别与霍尔元件四(310、311)正对时,对应的霍尔元件四接通,从而实现电气限位。

39. 如权利要求 35 所述的上肢康复训练机器人,其特征在于:所述回转柄(511)是一个一维力传感器。

一种上肢康复训练机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种上肢康复训练机器人,属于医疗康复训练器械技术领域。

背景技术

[0002] 近年来因患脑血管疾病或神经系统疾病而致中老年患者偏瘫的人数不断增多,并且在年龄上呈现年轻化趋势;同时,由于一些事故而造成神经损伤或者肢体损伤的人数也越来越多,尤其是上肢运动功能的丧失,极大地影响了患者日常生活的能力,对于这些偏瘫和肢体受损伤的患者,进行康复训练是十分重要和关键的医疗手段。

[0003] 随着现代中枢神经康复机理研究的进展,国内外研究人员基于机器人技术在运动功能康复方面开展了大量研究,其研究目标是发展具有康复治疗 and 评价功能的机器人。康复机器人技术是一种新的运动神经康复治疗技术,将机器人技术应用于康复领域,既可提供有效的康复训练,又不增加临床医疗人员的负担和卫生保健的成本;另外,机器人可以记录详实的治疗数据及图形,能提供客观、准确的治疗和评价参数,有助于机器人辅助治疗偏瘫的进行,能够有效改善康复效果和提高康复效率。

[0004] 目前,国内外上肢康复训练机器人在用于上肢运动功能障碍患者进行治疗和康复训练时存在诸多缺点和不足,主要有:支持活动的关节单一或较少、尤其是未把小臂旋转和腕部指部等关节的运动集成于系统和装置中;个体适应性差,不能根据不同患者进行装置的调整或调整不方便;支持的运动模式单一,只能进行被动运动或者装置不具备驱动功能;舒适性较差,不能较好地实现人机协调和统一;不能激发患者训练的兴趣;不能较好地解决力量和位置过载等安全问题。

发明内容

[0005] 本发明旨在克服上述现有技术的不足,提出了一种上肢康复训练机器人,该机器人可用于上肢运动功能障碍患者进行治疗、康复训练、康复治疗效果评估,结构轻巧美观,个体适应性好且调整方便,支持上肢多关节且包含手指关节的康复训练,使用操作安全有效。

[0006] 本发明所采用的的技术方案是:

[0007] 本发明涉及一种上肢康复训练机器人,包括第 I 关节、第 II 关节、第 III 关节、第 IV

[0008] 关节和第 V 关节,5 个关节依次串联联接,各关节的运动分别对应肩关节外展/内收、肩关节屈/伸、肘关节屈/伸、前臂内旋/外翻、腕关节屈/伸和手指屈/伸,各个关节均能单独训练使用。

[0009] 一种上肢康复训练机器人,用于上肢运动功能障碍患者进行康复训练,该机器人包括上肢训练机构、底架(001)、座椅(002),上肢训练机构固定在底架(001)上,底架(001)配置一座椅(002),该机器人具有第 I 关节(100),其对应肩关节外展/内收,其特征在于:第 I 关节(100)包括一驱动装置(101)、一水平回转装置(108)、一底座装置(201);所述底架(001)与驱动装置(101)的固定支撑件刚性连接,驱动装置(101)驱动回转装置(108)摆

动,底座装置(201)固定在回转装置(108)摆动的远端,随回转装置(108)摆动,底座装置(201)沿右下方倾斜,且底座装置(201)位于回转装置(108)的正下方,底座装置(201)上设有训练肩关节外展/内收时固定手臂的装置。

[0010] 所述驱动装置(101)为电机减速机一,所述回转装置(108)为回转臂,所述底座装置(201)为叉形底座。

[0011] 第 I 关节(100)还包括驱动轴(105)、轴承座(103)、上轴承压盖(102)、下轴承压盖(104)、连接轴(109);所述固定支撑件为轴承座(103),电机减速机一(101)驱动驱动轴(105)转动,驱动轴(105)与轴承配合安装,该轴承安装在轴承座(103)内,轴承座(103)的上下两端面分别安装有上轴承压盖(102)和下轴承压盖(104),电机减速机一(101)固定于上轴承压盖(102)上,回转臂(108)的两端部垂直方向分别设置有通孔一(108a)、通孔二(108c),驱动轴(105)的下部和连接轴(109)的上部分别插入回转臂(108)的通孔一(108a)、通孔二(108c)中,并固定,连接轴(109)的下端固定在叉形底座(201)上,叉形底座在驱动轴(105)、回转臂(108)、连接轴(109)的带动下实现肩关节外展/内收。

[0012] 回转臂(108)的左右端侧面设置有垂直方向的开槽一(108b)和开槽二(108d),开槽一(108b)和开槽二(108d)设于回转臂(108)的端面正中,并沿水平方向延伸至各自对应的通孔一(108a)、通孔二(108c),分别形成与通孔一和通孔二连通的轴向狭缝,通过紧定螺栓使得回转臂(108)的两端的开槽一、开槽二缝隙变小,从而实现回转臂(108)和驱动轴(105)、连接轴(109)的固定连接。

[0013] 在驱动轴(105)的底端端面设有径向凹槽一,回转臂(108)上与驱动轴(105)连接端的底部端面设有径向凹槽二,径向凹槽一与径向凹槽二形状尺寸相同,驱动轴(105)装入通孔一(108a)后,径向凹槽一与径向凹槽二互相对齐,回转臂(108)定位块一(111)安装于该对齐后的凹槽内,并用螺钉将回转臂定位块一(111)固定,该结构用于进一步保持回转臂(108)和驱动轴(105)的相对位置。

[0014] 该机器人还包括第 II 关节(200),其对应肩关节上抬/下放,即屈/伸运动。

[0015] 该第 II 关节(200)具有一个驱动装置(202)、一个在底座装置下端部的沿竖直方向回转的回转装置,该驱动装置(202)驱动该竖直方向回转的回转装置,并且该回转装置上设有用于训练肩关节屈/伸时固定手臂的装置。

[0016] 所述第 II 关节(200)的驱动装置(202)为电机减速机二、所述沿竖直方向的回转装置为回转轴(206)、回转块(203)、回转杆(208、209),训练肩关节屈/伸时固定手臂的装置安装的回转杆上,用于固定上臂。

[0017] 所述回转杆为回转杆一(208)和回转杆二(209),第 II 关节(200)还包括轴承座(205)、第 III 关节连接块(210)、杆端固定件(212);电机减速机二(202)和轴承座(205)固定在叉形底座(201)下部,轴承安装在轴承座(205)内,回转轴(206)套在轴承(204)的内孔中,回转块(203)位于叉形底座(201)下部两叉之间,回转轴(206)伸入回转块(203)的中心孔内,并且电机减速机二(202)的输出轴驱动回转轴(206)带动回转块(203)转动,回转杆一(208)和回转杆二(209)互相平行设置,它们的一端穿过回转块(203)上的通孔并与回转块(203)固定,回转杆一(208)和回转杆二(209)另一端穿过第 III 关节连接块(210)上的通孔,第 III 关节连接块(210)用于连接对应肘关节屈/伸的第 III 关节(300),第 III 关节连接块(210)能够沿回转杆一(208)和回转杆二(209)左右滑动,回转杆一(208)和回转杆二

(209)的另一端端部固装有杆端固定件(212);回转块(203)在电机减速机二(202)的驱动下,带动回转杆一(208)和回转杆二(209)以及固定在回转杆一(208)和回转杆二(209)上的部件绕第II关节(200)回转轴(206)轴线II-II转动,实现肩关节屈/伸运动。

[0018] 连接块(210)沿回转杆一(208)和回转杆二(209)的左右滑动调整通过下面的机构实现,在连接块(210)上的用于穿设回转杆一(208)和回转杆二(209)的通孔之间的部位开设有垂直所述回转杆方向的长方形槽孔(210c),长方形槽孔(210c)内用于容纳卡块(211),卡块(211)与长方形槽孔(210c)形状大体相同,它们之间间隙配合,卡块(211)的中央开有水平方向的螺孔(211a),调整螺栓二(214)一端有螺纹(214a),该有螺纹的一端拧入上述卡块上的螺孔(211a),另一端穿过杆端固定件(212)与手轮二(216)固定连接,杆端固定件(212)允许调整螺栓二(214)转动,但阻止其轴向移动,通过手轮二(216)的转动带动调整螺栓二(214)、卡块(211),进而带动连接块(210)沿回转杆一和回转杆二滑动。

[0019] 该机器人还包括第III关节(300),其对应肘关节屈/伸,第III关节(300)包括肘关节回转装置、驱动装置。

[0020] 所述第III关节(300)的肘关节回转装置包括回转轴(321)、回转轴固定件(322)、轴承座(324)、轴承压盖(326)、扇形回转件(325);回转轴固定件(322)固联在第II关节(200)的第III关节连接块(210)下方一侧,回转轴(321)固定安装在回转轴固定件(322)的一端上,回转轴(321)中部设有安放轴承的轴承座(324),轴承座(324)上固定安装有扇形回转件(325)。

[0021] 所述第III关节(300)的驱动装置包括电机底座(301)、电机减速机(302)、曲柄(303)、转动副一(304)和转动副二(307)、连杆(306)、摇杆(308)、曲柄(303)的固定限位块(305)组成;电机底座(301)固装在第II关节(200)的回转杆一(208)和回转杆二(209)上伸出回转块(203)的一端,电机减速机(302)固定在电机底座(301)上,电机减速机(302)输出轴与曲柄(303)的一端连接,曲柄(303)另一端连接有一转动副一(304),该转动副一(304)与连杆(306)一端固接,连杆(306)的另一端与转动副二(307)固接,该转动副二(307)与摇杆(308)一端固接,摇杆(308)另一端与扇形回转块(325)固接。

[0022] 该机器人还包括第IV关节(400),其对应上肢前臂的内旋和/或外翻。

[0023] 第IV关节(400)包括固定块(401)、轴承座(402)、扇形齿轮(404)、齿轮轴(405)、连接杆一(406)和连接杆二(408)、锁紧块(407)、杆端固定件(409)、锁紧螺栓(410)、锁紧螺栓手轮(411);固定块(401)通过一锁紧装置固联在第III关节(300)的扇形回转件(325)上,轴承座(402)固装在固定块(401)上,齿轮轴(405)的一端与轴承座内的轴承配合连接,另一端固定连接手轮,齿轮轴(405)的齿轮部分和扇形齿轮(404)啮合连接,连接杆一(406)和连接杆二(408)两端均设有杆端固定件,该其中固定块(401)侧的杆端固定件和扇形齿轮(404)一体结构,连接杆一(406)和连接杆二(408)平行设置,锁紧块(407)呈L形,L形的一边可滑动并可锁紧地设置在连接杆一(406)和连接杆二(408)上,L形的另一边端部设有连接法兰。

[0024] 所述固定块(401)的锁紧装置包括锁紧螺栓(341)、锁紧螺栓固定块(342)、压块(343)、楔形块(344)、销轴一(345)和销轴二(346)、压垫(347);锁紧螺栓固定块(342)固定在扇形回转件(325)上,锁紧螺栓(341)的一端和锁紧螺栓固定块(342)连接,锁紧螺栓固定块(342)允许锁紧螺栓(341)转动但阻止其轴向移动,锁紧螺栓(341)另一端旋入压块

(343)中的楔形块(344)上的螺孔内,压块(343)和楔形块(344)滑动配合,压块(343)和销轴一(345)和销轴二(346)的一端固定连接,销轴一(345)和销轴二(346)的另一端上固定有压垫(347),手轮设置在锁紧螺栓外侧;转动锁紧螺栓(341)带动楔形块(344)移动,使压块(343)在楔形块(344)的作用下沿销轴一(345)和销轴二(346)轴向移动,从而使销轴另一端的压垫(347)将第IV关节(400)的扇形齿轮(404)锁紧在扇形回转件(325)上。

[0025] 该机器人还包括第V关节(500),其具有腕关节屈/伸功能。

[0026] 第V关节(500)包括手掌驱动装置。

[0027] 手掌驱动装置包括底板(501)、轴承座(502)、电机/减速机(504)、电机底座(505)、固定限位块(508)、凸轮盘(509)、驱动轴(510)、回转柄(511)、凸轮盘连接杆(512)、托架连接件(513)、手掌托架(514)、手掌固定杆(515);第V关节(500)与第IV关节(400)通过底板(501)一端的法兰与第IV关节(400)上锁紧块(407)的连接法兰连接,轴承座(502)固定在底板(501)上表面,轴承座(502)的上表面固定有固定限位块(508),轴承座(502)的下方底板底部固定有电机底座(505),电机/减速机(504)固定在电机底座(505)上,电机/减速机(504)的输出轴和驱动轴(510)垂直,该两根轴间采用齿轮传动,驱动轴(510)的上端固定连接回转柄(511),回转柄(511)的远端固定连接托架连接件(513)的一端,托架连接件(513)的另一端朝向驱动轴(510),凸轮盘(509)通过其上的孔空套在驱动轴(510)上,位于回转柄(511)下方,凸轮盘(509)上表面的一侧边缘固定连接有凸轮盘连接杆(512),凸轮盘连接杆(512)与托架连接件(513)的远离驱动轴(510)的一端铰接,这样凸轮盘(509)通过凸轮盘连接杆(512)和托架连接件(513)与回转柄(511)连接,手掌托架(514)和手掌固定杆(515)安装在托架连接件(513)上,手掌托架(514)可以在托架连接件(513)上滑动调节,手掌固定杆(515)垂直托架连接件(513)向上延伸,手掌固定杆(515)的两端固定绑带(516)。

[0028] 该机器人包括的第V关节(500)还具有手指屈/伸功能。

[0029] 第V关节(500)还包括手指驱动装置。

[0030] 手指驱动装置包括凸轮限位块(531)、中间连杆(533)、远端连杆(534)、支撑杆(535)、指杆(537)、指滑(538)、凸轮限位块连接件(542)、挡块(532和540);安装有轴承的凸轮限位块连接件(542)固定在底板(501)上,短轴一(541)一端与凸轮限位块连接件(542)内的轴承配合安装,另一端与凸轮限位块(531)铰接,凸轮限位块(531)的两侧边上固联有两个挡块(532和540),中间连杆(533)的两端分别和凸轮限位块(531)的远离短轴一(541)的端部、远端连杆(534)的近端铰接,远端连杆(534)的近端另外还固联有短轴二(545),短轴二(545)和安装回转柄(511)远端内的轴承配合安装,远端连杆(534)的远端上固定有支撑杆(535),支撑杆(535)与远端连杆(534)垂直并向上延伸,指杆(537)通过固联的套块536套在支撑杆535上,指杆(537)与支撑杆(535)垂直,指滑(538)在指杆(537)上能够滑动。

[0031] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果是:

[0032] 1) 上肢康复训练机器人仿人上肢设计,实现了人机完美匹配,提高了康复训练时的舒适性;

[0033] 2) 把人体上肢肩关节、肘关节、腕关节等关节运动和手指运动的实现集成到了一个上肢康复训练机器人上,尤其是能够实现腕部和指部的运动,从而提高了康复训练的有

效性；

[0034] 3) 能够根据不同患者上肢的尺寸,方便地调整上肢康复训练机器人各关节间的位置距离,增强了康复训练机器人对不同患者个体的适应性；

[0035] 4) 上肢康复机器人多关节串联连接,且第III关节采用平行四边形连杆机构,第V关节采用多杆件机构,从而使得整个康复机器人机构更加紧凑、美观,同时也大大减少了各轴的转动惯量,提高了康复机器人的精度；

[0036] 5) 腕部和指部的运动配备一套电机 / 减速器,使得结构紧凑,同时也降低了成本；

[0037] 6) 在康复训练机器人和人体上肢之间有 3 个力传感器,可对过载(驱动力)和异常情况进行检测和安全防护；

[0038] 7) 上肢康复训练机器人各转动关节上安装有电气限位和 / 或机械硬限位装置,保证了患者进行康复训练时的安全性。

附图说明

[0039] 图 1 为本发明的总体结构示意图；

[0040] 图 2 为本发明的略去托架、绑带机构的总体结构示意图；

[0041] 图 3 为第 I 关节的结构示意图；

[0042] 图 4 为图 3 的剖视图；

[0043] 图 5 为驱动轴、连接轴组装前的示意图；

[0044] 图 6 为图 3 中固定限位块 110 处水平剖视图；

[0045] 图 7 为图 3 中回转臂下侧左端底视图；

[0046] 图 8 为第 II 关节的结构示意图；

[0047] 图 9 为第 II 关节的另一视图方向的结构示意图；

[0048] 图 10 为第 II 关节的机械限位和电气限位结构示意图；

[0049] 图 11 为调节第 II 关节和第 III 关节间相对位置的调整装置结构示意图；

[0050] 图 12 为第 III 关节的结构示意图；

[0051] 图 13 为第 III 关节回转装置及力传感器连接示意图；

[0052] 图 14 为第 III 关节锁紧装置结构示意图；

[0053] 图 15 为第 III 关节的机械限位和电气限位结构示意图；

[0054] 图 16 为第 III 关节平行四边形连杆转动副结构示意图；

[0055] 图 17 为第 IV 关节的结构示意图；

[0056] 图 18 为第 V 关节的结构示意图；

[0057] 图 19 为第 V 关节的另一视图方向的结构示意图；

[0058] 图 20 为第 V 关节的电气限位结构示意图；

[0059] 图 21 为第 V 关节的机械限位结构示意图；

[0060] 图 22 为康复机器人工作原理示意图。

具体实施方式

[0061] 以下结合附图进一步介绍本发明的实施例；

[0062] 下述实施例是说明性的,不是限定性的,不能以下述实施例来限定本发明的保护

范围。

[0063] 如图 1 所示, 上肢康复训练机器人包括第 I 关节 100、第 II 关节 200、第 III 关节 300、第 IV 关节 400 和第 V 关节 500, 所述的上肢康复机器人的 5 个关节依次串联联接, 其中第 I 关节 100 绕回转轴线 I - I 转动, 第 II 关节 200 绕回转轴线 II - II 转动, 第 III 关节 300 绕回转轴线 III - III 转动, 第 IV 关节 400 绕回转轴线 IV - IV 转动, 第 V 关节 500 绕回转轴线 V - V 转动, 第 I 关节 100 的回转轴线 I - I 和第 II 关节 200 的回转轴线 II - II 垂直相交、第 II 关节 200 的回转轴线 II - II 和第 III 关节 300 的回转轴线 III - III 垂直但不相交, 第 III 关节 300 的回转轴线 III - III 和第 IV 关节 400 的回转轴线 IV - IV、第 IV 关节 400 的回转轴线 IV - IV 和第 V 关节 500 的回转轴线 V - V 垂直相交, 第 IV 关节 400 的回转轴线 IV - IV 通过第 I 关节 100 回转轴线 I - I 和第 II 关节 200 回转轴线 II - II 的交点; 第 II 关节 200 通过底座 201 与第 I 关节 100 的连接轴 109 连接, 第 III 关节 300 通过连接块 210 锁紧于回转杆 208、209 上, 电机底座 301 锁紧于第 II 关节 100 的回转杆 208、209 后端上, 第 IV 关节 400 通过固定于第 III 关节 300 上的锁紧装置与第 III 关节上的扇形回转件 325 连接, 第 V 关节 500 通过第 V 关节杆 500 上的连接板 501 与第 IV 关节 400 上的锁紧块 407 连接(参见图 17、18)。

[0064] 第 I 关节 100 的结构是(见图 3—7):

[0065] 第 I 关节 100 包括电机 / 减速机 101、驱动轴 105、轴承 106 和 107、轴承座 103、轴承压盖 102 和 104、固定限位块 110、移动限位块 113、回转臂 108、连接轴 109、回转臂定位块 111 和 112; 其中电机 / 减速机 101 输出轴伸入驱动轴 105 的中间孔内, 通过键连接驱动驱动轴 105 转动, 驱动轴 105 与轴承 106、107 配合安装, 轴承 106 和 107 为一对背靠背安装的角接触球轴承, 该轴承安装在轴承座 103 内, 轴承座 103 的上下两端面分别安装有轴承压盖 102 和 104, 电机 / 减速机 101 固定于上侧轴承压盖 102 上, 回转臂 108 的两端分别设置有通孔一 108a、通孔二 108c 和开槽 108b、108d (见图 5), 开槽 108b、108d 设于回转臂 108 的端面, 并垂直端面延伸至通孔 108a、108c, 形成狭缝, 驱动轴 105 的下部和连接轴 109 的上部分别插入回转臂 108 的通孔一 108a、通孔二 108c 中, 通过紧定螺栓使得回转臂 108 的两端开槽 108b、108d 变小, 从而实现回转臂 108 和驱动轴 105、连接轴 109 的紧固连接。另外, 在驱动轴 105 的底端端面设有纵向凹槽一, 回转臂 108 上与驱动轴 105 连接端的底部端面设有纵向凹槽二(如图 4 所示), 纵向凹槽一与纵向凹槽二形状尺寸相同, 驱动轴 105 装入通孔一 108a 后, 纵向凹槽一与纵向凹槽二互相对齐, 然后将回转臂 108 定位块一 111 安装于该对齐后的凹槽内, 并用螺钉将其固定, 用于保持回转臂 108 和驱动轴 105 的相对位置。在连接轴 109 的上端端面设有纵向凹槽三, 回转臂 108 上与连接轴 109 连接端的上部端面设有纵向凹槽四, 纵向凹槽三与纵向凹槽四形状尺寸相同, 连接轴 109 装入通孔二 108c 后, 纵向凹槽三与纵向凹槽四互相对齐, 然后将回转臂定位块二 112 安装于该对齐后的凹槽内, 并用螺钉将其固定, 用于保持回转臂 108 和连接轴 109 的相对位置。

[0066] 第 I 关节 100 的限位机构采用机械限位和电气限位相结合, 具体结构如下:

[0067] (1) 机械限位: 固定限位块 110 固定在下侧轴承压盖 104 上, 固定限位块 110 与移动限位块 113 构成机械限位机构, 固定限位块 110 上设有扇形通孔(如图 6 所示), 移动限位块 113 固定在驱动轴 105 上与该扇形通孔对应的区域, 并凸出进入该扇形通孔区域, 回转臂 108 在转动过程中, 通过移动限位块 113 与该扇形通孔的两侧面 110a、110b 接触实现两个极限位置的机械限位。

[0068] (2)电气限位:磁钢片 114 固定在回转臂 108 上与驱动轴 105 连接端的底面上(如图 7 所示),两个霍尔元件 115 和 116 固定在固定限位块 110 上,其具体位置为,固定限位块 110 上扇形通孔的两侧面相对应的外周侧,使得回转臂 108 在转动过程中,当磁钢片 114 分别与霍尔元件 115、116 正对时,对应的霍尔元件接通,从而实现第 I 关节 100 的两个极限位置的电气限位。

[0069] 第 I 关节 100 的动作过程为:电机/减速机 101 经驱动轴 105 带动回转臂 108 绕第 I 关节 100 回转轴线 I - I 转动,回转臂 108 带动固定于其上的连接轴 109,通过连接轴 109 连接第 II 关节 200 实现整个上肢康复机器人绕第 I 关节 100 回转轴线 I - I 转动。回转臂 108 转动时,当磁钢片 114 分别与霍尔元件 115、116 正对时,对应的霍尔元件接通,从而实现第 I 关节 100 的两个极限位置的电气限位;当移动限位块 113 的两个面 113a、113b 分别接触到固定限位块 110 的扇形通孔的两个侧面 110a、110b 时,回转臂转到两个极限位置,无法再继续转动,从而实现第 I 关节 100 的机械限位保护,通过机械限位和电气限位双重保护,提高了本上肢康复训练机器人的安全性能。

[0070] 第 II 关节 200 的结构是(见图 8—11):

[0071] 第 II 关节 200 包括叉形底座 201、电机/减速机 202、回转块 203、轴承 204、轴承座 205、回转轴 206、一对回转杆件 208 和 209、连接块 210、移动限位块 207、卡块 211、杆端固定件 212、锁紧螺栓 213、调整螺栓 214、手轮 215 和 216;电机/减速机 202 和轴承座 205 固定在叉形底座 201 下部,轴承 204 是一对深沟球轴承,该轴承安装在轴承座 205 内,回转轴 206 套在轴承 204 的内孔中与其配合安装,回转轴 206 伸入回转块 203 的中心孔内,并且电机/减速机 202 的输出轴通过键连接驱动回转轴 206 带动回转块 203 转动,回转杆件 208 和 209 互相平行设置,它们的一端固装在回转块 203 上(连接方式与第 I 关节 100 中回转臂 108 和驱动轴 105 的连接类似),回转杆 208、209 穿过连接块 210 上的通孔,连接块 210 可以沿回转杆 208、209 滑动,回转杆 208、209 的另一端固装有杆端固定件 212;回转块 203 在电机/减速机 202 的驱动下,带动回转杆 208、209 以及固定在回转杆 208、209 上的其它部件绕第 II 关节 200 回转轴 206 轴线 II - II 转动。

[0072] 参见附图 10,第 II 关节 200 的限位机构也采用机械限位和电气限位相结合,具体结构如下:

[0073] (1)机械限位:轴承座 205 作为固定限位块,其面向回转块 203 的一侧设有扇形凹槽,扇形凹槽的角度大小由回转杆件 208、209 的摆动幅度确定。移动限位块 207 固装在回转块 203 上并随着回转块 203 绕回转轴 206 转动,移动限位块 207 的安装位置与上述扇形凹槽对应,并且移动限位块 207 凸出进入扇形凹槽的区域,使得回转块 203 在回转过程中,当移动限位块 207 接触到上述扇形凹槽的两个侧面 205a、205b 时,第 II 关节 200 转到两个极限位置,无法再继续转动,从而实现第 II 关节 200 的机械限位保护。

[0074] (2)电气限位:移动限位块 207 上设置有磁钢片 217,在轴承座的扇形凹槽外周侧对应扇形两侧面的位置分别固装有霍尔元件 218、219,磁钢片 217 和霍尔元件 218、219 通过磁感应实现限位控制。当磁钢 217 分别与霍尔元件 218、219 正对时,对应的霍尔元件接通,从而实现第 II 关节 200 的两个极限位置的电气限位。

[0075] 连接块 210 在回转杆件 208、209 上的位置可以调整并锁定,该功能主要由锁紧螺栓 213、调整螺栓 214、卡块 211、手轮 215 和 216 实现,具体如下:

[0076] (1)调整过程通过下面的结构实现:在连接块 210 的两个回转杆件 208、209 孔之间开有垂直回转杆件方向的长方形槽孔 210c(图 11),长方形槽孔 210c 内用于容纳卡块 211,卡块 211 与长方形槽孔 210c 形状大体相同,它们之间间隙配合。卡块 211 上开有水平方向的螺孔 211a,调整螺栓 214 一端置有螺纹 214a,调整螺栓 214 的一端拧入上述卡块上的螺孔 211a,另一端穿过杆端固定件 212 与手轮 216 固定连接,杆端固定件 212 限制调整螺栓 214 的轴向移动,但允许其转动,通过手轮 216 转动调整螺栓 214,可以通过卡块 211 带动连接块 210 沿回转杆件 208、209 滑动。

[0077] (2)锁定功能通过下面的结构实现:连接块 210 垂直方向上,用于穿设回转杆 208、209 的两个通孔之间设置有开槽 210b,开槽 210b 贯通连接块 210 的左右两侧面(图 11 所示方向),形成狭缝。在连接块 210 上还开设有另一开槽 210a,形成另一道狭缝,该另一开槽 210a 与开槽 210b 垂直且在其中间位置,另一开槽 210a 与长方形槽孔 210c 分别位于连接块 210 的相对两侧(图 11 所示方向),该另一开槽 210a 也同样贯通连接块 210 的左右两侧面,这样连接块 210 垂直方向上在开槽 210a 侧便形成两个悬臂。于另一开槽 210a 中间位置,垂直回转杆件 208、209 方向钻有螺纹孔,该螺纹孔跨越开槽 210b 进一步延伸,该螺纹孔与锁紧螺栓 213 配合,锁紧螺栓 213 的外端固装有手轮 215。当转动手轮 215 时,上述悬臂微微弯曲,使开槽 210b 缝隙变小,从而利用锁紧螺栓 213 将连接块 210 锁定在回转杆 208、209 上。当用手轮 215 反向旋转松开锁紧螺栓 213 时,用手轮 216 转动调整螺栓 214,可以通过卡块 211 带动连接块 210 沿回转杆 208、209 滑动,连接块 210 上连接有第Ⅲ关节 300,从而实现调节第Ⅱ关节 200 和第Ⅲ关节 300 间的相对位置。

[0078] 第Ⅲ关节 300 的结构是(见图 12—16):

[0079] 参见图 9、12,连接块 210 上连接有第Ⅲ关节 300 的回转轴固定件 322,在回转轴固定件 322 的左侧面垂直方向(图示方向)上固装连接板 221,连接板 221 的中部垂直设有连接杆 222,并且连接杆 222 可沿连接板 221 上下滑动,它们之间通过锁定机构锁定,连接杆 222 的另一端固定连接力传感器 223 的一端,力传感器 223 是二维力传感器,力传感器 223 的另一端固定连接上臂托架连接件 224,力传感器 223 沿水平方向设置,上臂托架连接件 224 与力传感器 223 垂直,且沿向上的方向延伸,上臂托架连接件 224 上固定有上肢上臂的托架 225,通过绑带 226 可以将上肢上臂绑缚在托架 225 上。

[0080] 第Ⅲ关节 300 包括回转装置、驱动装置、锁紧装置。回转装置通过其上的扇形回转块 325 与驱动装置的摇杆 308 固定连接,锁紧装置通过其上的锁紧螺栓固定块 342 连接在回转装置的扇形回转块 325 上。

[0081] 回转装置(参见图 12)包括回转轴 321、回转轴固定件 322、轴承 323、轴承座 324、轴承压盖 326、扇形回转件 325;回转轴固定件 322 固联在第Ⅱ关节 200 的连接块 210 上,回转轴固定件 322 将回转轴 321 固定,回转轴 321 中间设有轴承座 324,安装在轴承座 324 内的轴承 323 是一对背靠背安装的角接触球轴承,轴承座 324 上固定安装有扇形回转件 325。驱动装置(参见图 12)包括电机底座 301、电机/减速机 302、曲柄 303、转动副 304 和 307(其具体结构介绍见后文)、连杆 306、摇杆 308、曲柄 303 的固定限位块 305 组成;电机底座 301 固装在第Ⅱ关节 200 的回转杆 208、209 上伸出回转块 203 的一端(参见图 1),电机/减速机 302 固定在电机底座 301 上,曲柄 303 的固定限位块 305 固定在电机底座 301 上,电机/减速机 302 输出轴与曲柄 303 的一端连接,曲柄 303 另一端连接有一转动副 304,该转动副

304 与连杆 306 一端固接,连杆 306 的另一端与另一转动副 307 固接,该另一转动副 307 与摇杆 308 一端固接,摇杆 308 另一端与扇形回转块 325 固接。

[0082] 转动副 304、307 (见图 16) 主要由销轴 391、连杆连接块 393、轴承(安装在连杆连接块 393 内,图中未示出)、轴承压盖 394 组成。销轴 391 安装在轴承内,使得销轴 391 能够相对连杆连接块 393 转动。连杆连接块 393 的下部设有通孔 393a,连杆 306 的一端从该通孔 393a 中穿过,自连杆连接块 393 上通孔 393a 至连杆连接块 393 底端面垂直设置有开槽 393b,连杆 306 与连杆连接块 393 通过垂直且正对于开槽 393b 的紧定螺栓 395 锁定。当松开紧定螺钉 395 时,连杆 306 可以在连杆连接块 393 上的孔 393a 中移动,从而实现连杆 306 相对于两转动副 304、307 的长度的调整。

[0083] 锁紧装置(参见图 13、图 14)包括锁紧螺栓 341、锁紧螺栓固定块 342、压块 343、楔形块 344、销轴 345 和 346、压垫 347;锁紧螺栓固定块 342 固定在扇形回转件 325 上(图 14),锁紧螺栓 341 的一端和锁紧螺栓固定块 342 连接,锁紧螺栓固定块 342 允许锁紧螺栓 341 转动但阻止其轴向运动,锁紧螺栓 341 另一端旋入压块 343 的楔形块 344 上的螺孔内,压块 343 和楔形块 344 滑动配合,压块 343 和两个销轴 345、346 的一端固定连接,销轴 345、346 的另一端上固定有压垫 347,手轮设置在锁紧螺栓 341 的外侧;转动锁紧螺栓 341 带动楔形块 344 移动,使压块 343 在楔形块 344 的作用下沿销轴 345、346 方向移动,从而使销轴另一端的压垫 347 将第 IV 关节 400 的扇形齿轮(404)锁紧在扇形回转件 325 上(关于第 IV 关节 400 的扇形齿轮 404 在后文介绍),实现将第 IV 关节 400 和第 III 关节 300 的连接。该锁紧装置对扇形齿轮 404 的锁紧可以根据康复训练调整需要选择松开或锁紧,即在调整好位置后锁定。

[0084] 如图 14 所示,曲柄 303 在运动过程中的限位机构也采用机械限位和电气限位相结合,具体结构如下:

[0085] (1) 机械限位:曲柄 303 是移动限位块,其和固定限位块 305 构成机械限位机构。曲柄 303 的固定限位块 305 的一端面上设有扇形凹槽,该扇形凹槽延伸至固定限位块 305 外周边缘,该扇形凹槽的扇形角度的大小取决于曲柄 303 的最大回转角要求,曲柄 303 嵌入该凹槽内,并可在该凹槽内转动,当曲柄 303 的两个侧面 303a、303b 分别接触到固定限位块 305 扇形凹槽的两个侧面 305a、305b 时,曲柄 303 转到两个极限位置,无法再继续转动,从而实现第 III 关节 300 的机械限位保护。

[0086] (2) 电气限位:磁钢片 309 安装在曲柄 303 上,固定限位块 305 上固装有霍尔元件 310、311,磁钢片 309 和霍尔元件 310、311 构成电气限位。霍尔元件 310、311 安装在固定限位块上,与扇形凹槽侧面对应的位置,使得当电机/减速机 302 驱动曲柄 303 转动,磁钢片 309 能够分别与霍尔元件 310、311 正对时,对应的霍尔元件接通,从而实现第 III 关节 300 的两个极限位置的电气限位。

[0087] 第 III 关节 300 是平行四边形四连杆机构(见图 12),从转动副 304 的回转轴线到电机/减速机 302 的回转轴线间的垂直连线 381 和从另一转动副 307 的回转轴线到第 III 关节 300 的回转轴 321 的轴线 III-III 间的垂直连线 382 平行且相等,摇杆 308 和扇形回转件 325 固联,电机/减速机 302 驱动曲柄 303,曲柄 303 带动转动副 304 移动,转动副 304 带动连杆 306 和摇杆 308 转动,进而驱动扇形回转件 325 绕第 III 关节 300 的回转轴 321 的轴线 III-III 转动,从而实现连接于扇形回转件 325 的部件以及第 IV 关节 400、第 V 关节 500 绕第 III 关节

300 的回转轴 III - III 转动。

[0088] 前臂托架连接件 362 通过锁紧手柄 361 固定在扇形回转件 325 的向上的端面上(见图 13), 力传感器 363 的一端与前臂托架连接件 362 固定连接, 另一端与固定有上肢前臂的托架 364, 通过绑带 365 可以将上肢前臂绑缚在托架 364 上。

[0089] 第 IV 关节 400 的结构是(见图 17)

[0090] 第 IV 关节 400 包括固定块 401、轴承座 402、轴承 403、扇形齿轮 404、齿轮轴 405、杆 406 和 408、锁紧块 407、杆端固定件 409、锁紧螺栓 410、锁紧螺栓手轮 411; 固定块 401 固联在第 III 关节 300 的扇形回转件 325 上, 轴承座 402 固装在固定块 401 上, 一对轴承 403 分别安装在轴承座 402 和固定块 401 上, 齿轮轴 405 的一端与一对轴承 403 配合连接, 另一端固定连接手轮, 齿轮轴 405 的齿轮部分和扇形齿轮 404 啮合连接, 杆 406 和 408 的两端均固定有杆端固定件, 靠近固定块 401 端的杆端固定件和扇形齿轮 404 一体结构, 杆 406、408 平行设置, 锁紧块 407 呈 L 形, L 形的一边通过锁紧螺栓 410 锁紧在一对杆 406、408 上, 另一边设有连接法兰, 用于和第 V 关节 500 的连接。当松开第 III 关节 300 的锁紧装置时, 手动转动齿轮轴手轮使得齿轮轴 405 转动, 由于固定块 401 是与扇形回转件 325 固定连接的, 所以齿轮轴 405 带动扇形齿轮 404 沿第 III 关节 300 的扇形回转件 325 圆周方向移动, 从而实现第 IV 关节 400 整体绕其回转轴 IV - IV 转动, 转动到合适位置时, 通过锁紧装置锁紧(参见图 13)。

[0091] 锁紧块 407 的锁定结构与第 II 关节 200 的连接块 210 的锁定结构相同, 在此不再赘述。当转动锁紧螺栓 410 上固联的手轮 411 时, 锁紧块 407 松开, 可以用手推动锁紧块 407 沿杆 406、408 的杆长方向移动, 从而实现第 III 关节和第 V 关节间相对位置的调整。

[0092] 第 V 关节 500 的结构是(见图 18—21):

[0093] 第 V 关节 500 包括手掌驱动装置和手指驱动装置。

[0094] 手掌驱动装置包括底板 501、轴承座 502、轴承 503、电机 / 减速机 504、电机底座 505、伞齿轮 506 和 507、固定限位块 508、凸轮盘 509、驱动轴 510、回转柄 511、凸轮盘连接杆 512、托架连接件 513、手掌托架 514、手掌固定杆 515。第 V 关节 500 与第 IV 关节 400 的连接通过底板 501 一端的法兰与第 IV 关节 400 上锁紧块 407 的连接法兰连接。轴承座 502 固定在底板 501 另一端上, 轴承 503 是一对背靠背安装的角接触球轴承, 轴承 503 安装在轴承座内, 驱动轴 510 和轴承 503 配合安装, 轴承座 502 的上端面固定有固定限位块 508, 轴承座 502 的下方底板底部固定有电机底座 505, 电机 / 减速机 504 固定在电机底座 505 上, 电机 / 减速机 504 的输出轴和驱动轴 510 垂直, 该两根轴上分别安装有一个相互啮合的伞齿轮 506、507, 驱动轴 510 的上端连接有回转柄 511, 回转柄 511 的远端固定连接手掌托架连接件 513 的一端, 手掌托架连接件 513 的另一端折向驱动轴 510 侧。凸轮盘 509 通过其上的孔空套在驱动轴 510 上, 可以绕驱动轴 510 旋转, 凸轮盘 509 上端面的一侧边缘固定连接有凸轮盘连接杆 512, 凸轮盘连接杆 512 与手掌托架连接件 513 的远离驱动轴 510 的一端铰接, 这样凸轮盘 509 通过凸轮盘连接杆 512 和手掌托架连接件 513 与回转柄 511 连接, 手掌托架 514 和手掌固定杆 515 固装在手掌托架连接件 513 上, 手掌托架 514 可以在手掌托架连接件 513 上滑动调节, 手掌固定杆 515 垂直手掌托架连接件 513 向上延伸, 手掌固定杆 515 的两端固定绑带 516, 绑带 516 用于固定手掌。

[0095] 手指驱动装置包括凸轮限位块 531、中间连杆 533、远端连杆 534、支撑杆 535、指杆

537、指滑 538、凸轮限位块连接件 542、尼龙挡块 532 和 540；安装有轴承的凸轮限位块连接件 542 固定在底板 501 上，短轴 541 一端与凸轮限位块连接件 542 内的轴承配合安装，短轴 541 另一端与凸轮限位块 531 铰接，凸轮限位块 531 呈 U 形，该铰接点位于 U 形底部，实现凸轮限位块 531 相对于底板 501 的转动，凸轮限位块 531 的两侧边上固联有尼龙挡块 532 和 540，中间连杆 533 的两端分别通过短轴 539、543 和凸轮限位块 531 的 U 形上端部之一、远端连杆 534 的近端铰接，远端连杆 534 的近端另外还固联有短轴 545，短轴 545 和回转柄 511 远端内的轴承 544 配合安装，远端连杆 534 的远端上固定有手指支撑杆 535，手指支撑杆 535 与远端连杆 534 垂直并向上延伸，指杆 537 通过固联的套块 536 套在手指支撑杆 535 上，指滑 538 在指杆 537 上可以滑动。电机 / 减速机 504 通过一对伞齿轮 506 和 507 驱动回转柄 511 转动，回转柄 511 带动远端连杆 534，并在凸轮盘 509、凸轮限位块 531、中间连杆 533 的带动和约束下，实现支撑杆 535 相对于回转柄 511 的转动。

[0096] 第 V 关节 500 的限位机构采用机械限位和电气限位相结合，具体如下：

[0097] (1) 机械限位(图 21)：固定限位块 508 上靠近驱动轴 510 的一侧设置有扇形槽，该扇形槽具有侧端面 508a 和 508b，驱动轴 510 上固定有扇形凸块，该扇形凸块具有侧端面 510a 和 510b，当驱动轴 510 的扇形凸块的两个侧端面 510a、510b 分别接触到固定限位块 508 的扇形槽的两个侧端面 508a、508b 时，驱动轴 510 转到两个极限位置，无法再继续转动，从而实现第 V 关节 500 的机械限位保护。

[0098] (2) 电气限位(图 20、21)：磁钢片 551 固定在凸轮盘 509 上，固定限位块 508 上固装有霍尔元件 552 和 553，霍尔元件 552 和 553 具体安装位置根据回转角度的需要设定，在电机 / 减速机 504 通过一对伞齿轮 506 和 507 驱动回转柄 511 转动时，回转柄 511 通过凸轮盘连接杆 512 带动凸轮盘 509 绕驱动轴 510 转动，当磁钢片 551 分别与霍尔元件 552、553 正对时，对应的霍尔元件接通，从而实现第 V 关节 500 的两个极限位置的电气限位。

[0099] 通过绑带 516 和手掌固定杆 515 将患者的手掌固定在手掌托架 514 上，将手指也通过绑带固定在指滑 538 上，贴有应变片的回转柄 511 是一个一维力传感器，可以直接测出手掌和康复机器人间的作用力，手指和康复机器人间的作用力通过中间连杆 533、远端连杆 534、凸轮盘限位块 531 上的尼龙挡块 532 和 540 作用于凸轮盘 509，再通过凸轮盘连接杆 512 作用于回转柄 511，从而实现手掌和手指康复动作时的力检测和力控制。

[0100] 本发明机器人的工作原理是：

[0101] 参见图 21，将本发明的上肢康复训练机器人固定在任何一底架上 001，并配置有一座椅 002。进行康复训练时，患者坐于座椅 002 上，调整康复训练机器人的位置，使得上肢康复机器人的第 I 关节 100 的回转轴 I - I 在垂直方向上与患者上肢的肩关节中心对正，第 II 关节 200 的回转轴 II - II 在水平方向上与患者上肢的肩关节中心对正，并调整设置第 II 关节 200 和第 IV 关节 400 上的调整装置，使得第 III 关节 300 的回转轴 III - III 和第 V 关节 400 的回转轴 V - V 分别与患者对应上肢的肘关节和腕关节中心对正，然后用绑带将患者上肢的上臂、前臂、手掌、手指固定在康复训练机器人的对应位置；该上肢康复训练机器人通过 5 个关节的驱动，各个关节分别实现：第 I 关节 100 实现肩部外展 / 内收、第 II 关节 200 实现肩部上抬 / 下放(屈 / 伸)、第 III 关节 300 实现肘关节屈 / 伸、第 IV 关节 400 实现前臂内旋 / 外翻，第 V 关节 500 实现腕部屈 / 伸和手指屈 / 伸。为了单独训练某一关节，康复训练机器人的 5 个关节可以单独驱动，实现单关节的康复运动训练；通过多个关节

的组合运动,实现复杂的运动,完成简单的日常功能性动作,如提裤、梳头、端水等;为了实现特定动作的康复训练,可以事先设定各关节的运动,使患者完成规定的动作康复训练;利用安装于康复训练机器人上的三个传感器,可以对患者和康复训练机器人的相互作用力进行检测,并获取患者上肢的运动意图,当患者还不足以带动机器人进行运动时,康复训练机器人提供动力,辅助患者进行上肢运动,随着患者肌力的增加,康复训练机器人可以提供与患者上肢运动相反的阻力,从而实现阻尼运动,增加患者的肌力锻炼。

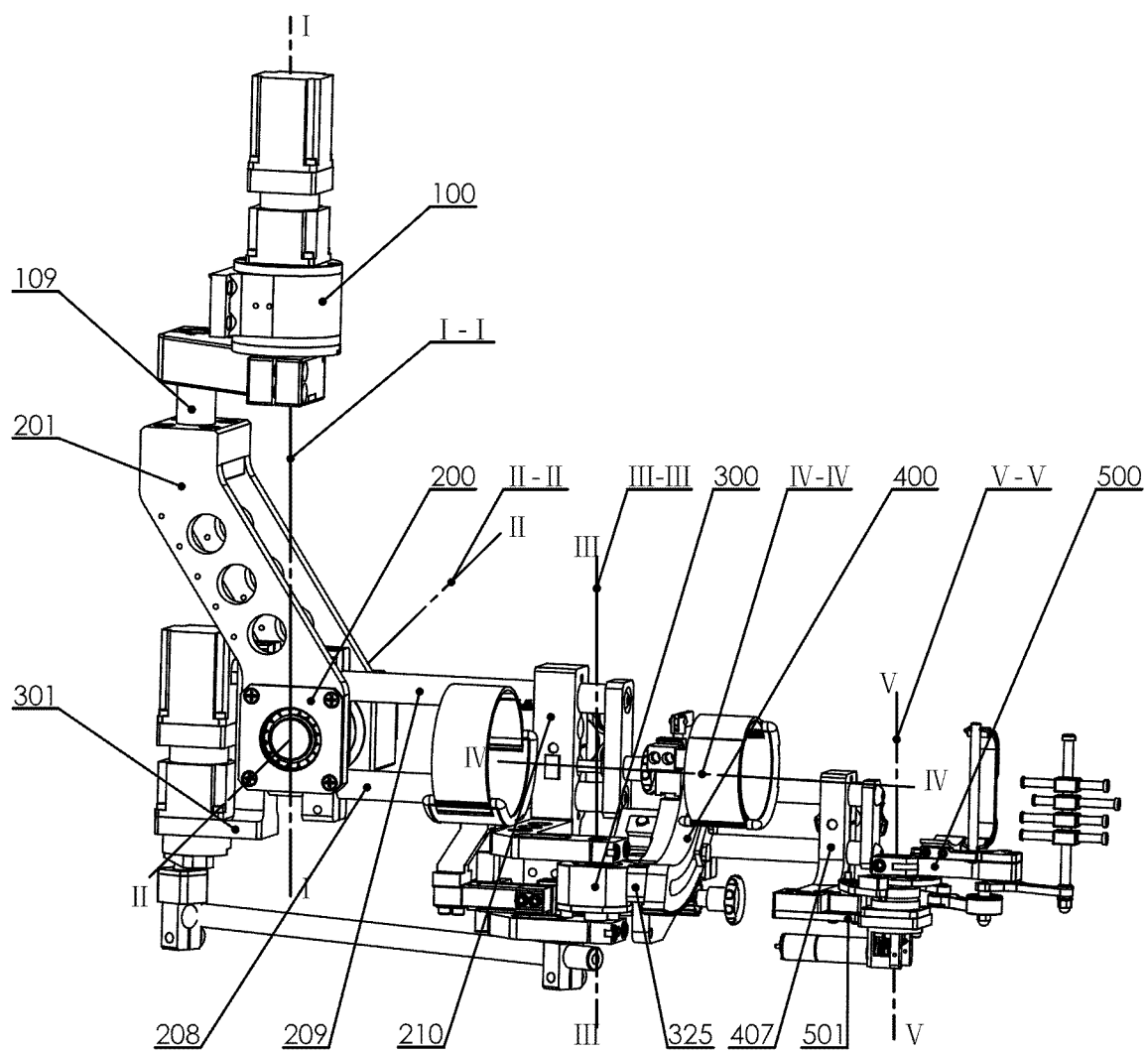


图 1

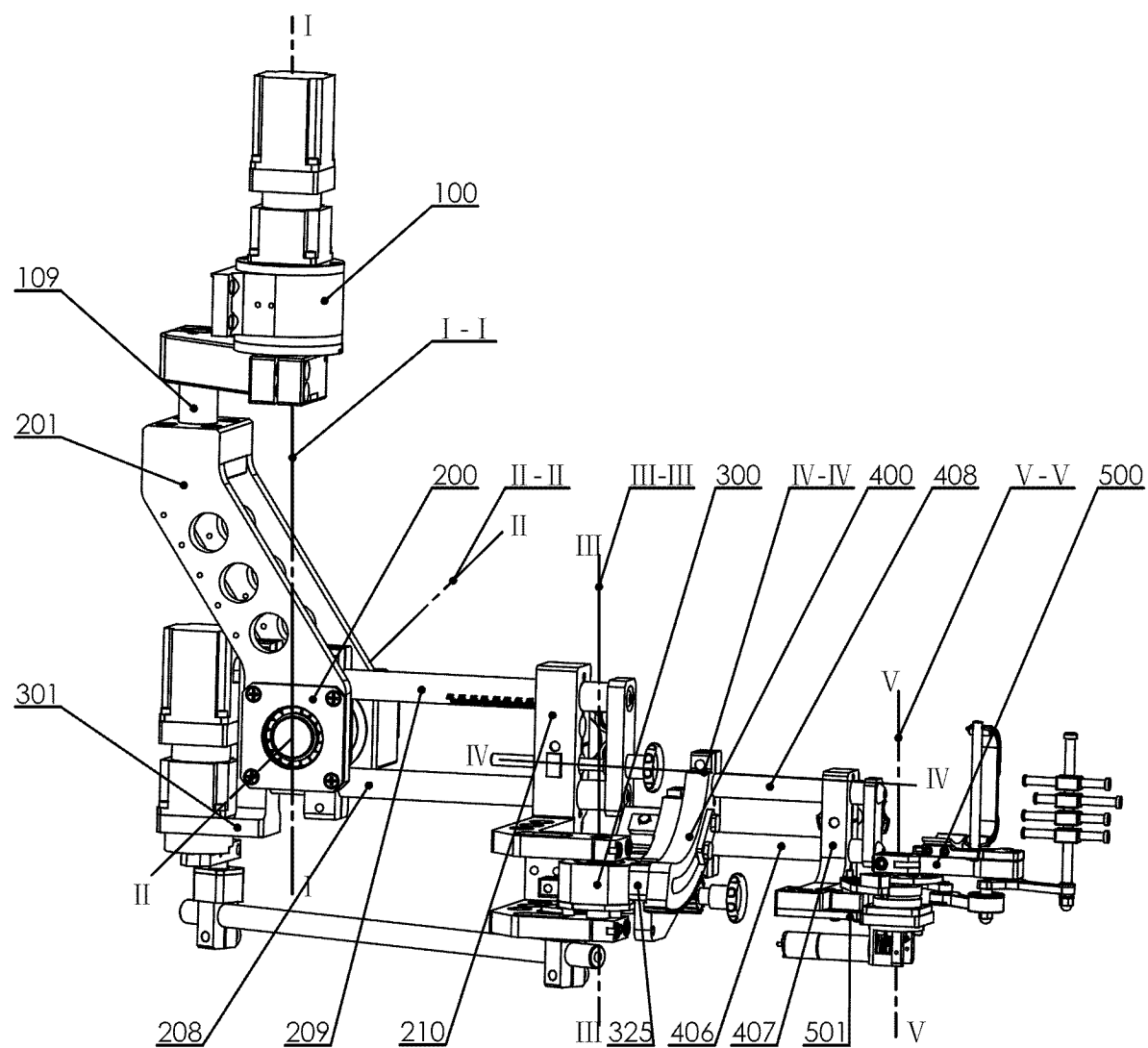


图 2

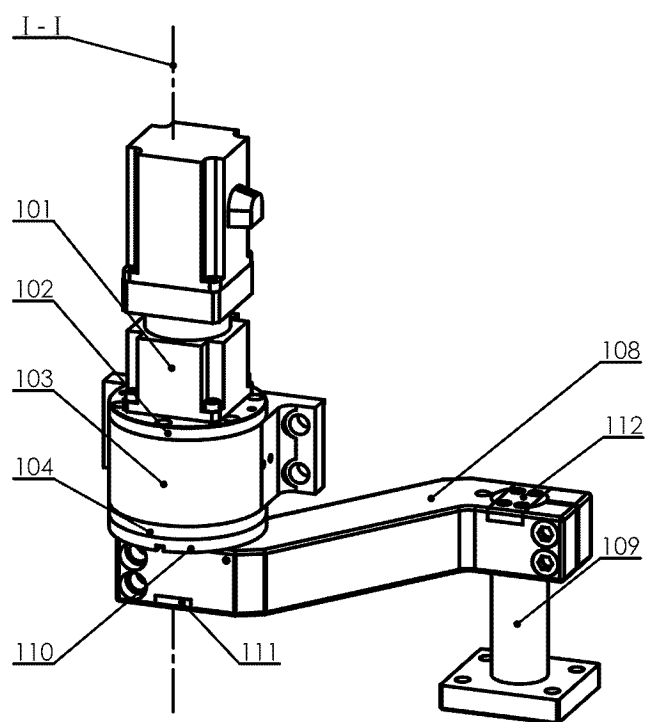


图 3

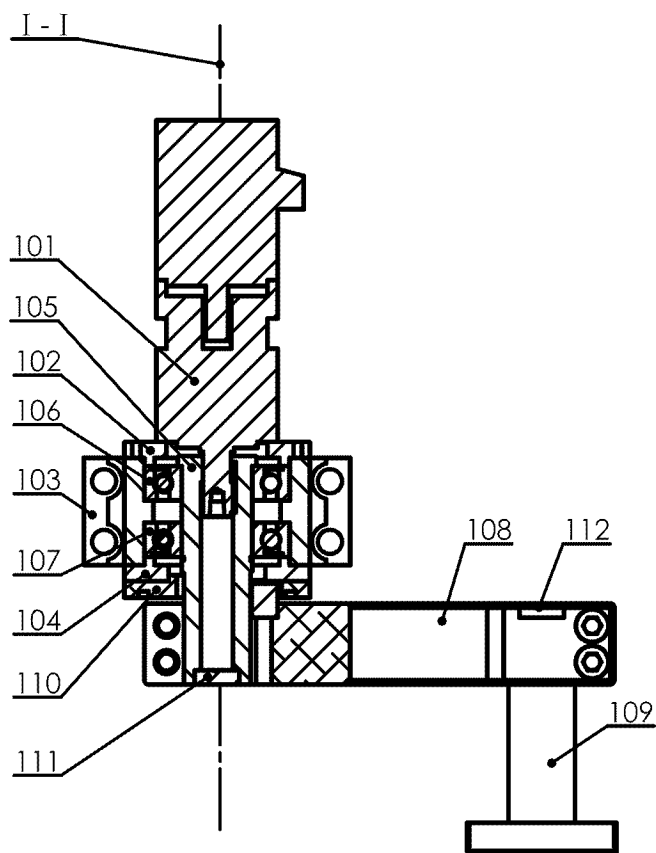


图 4

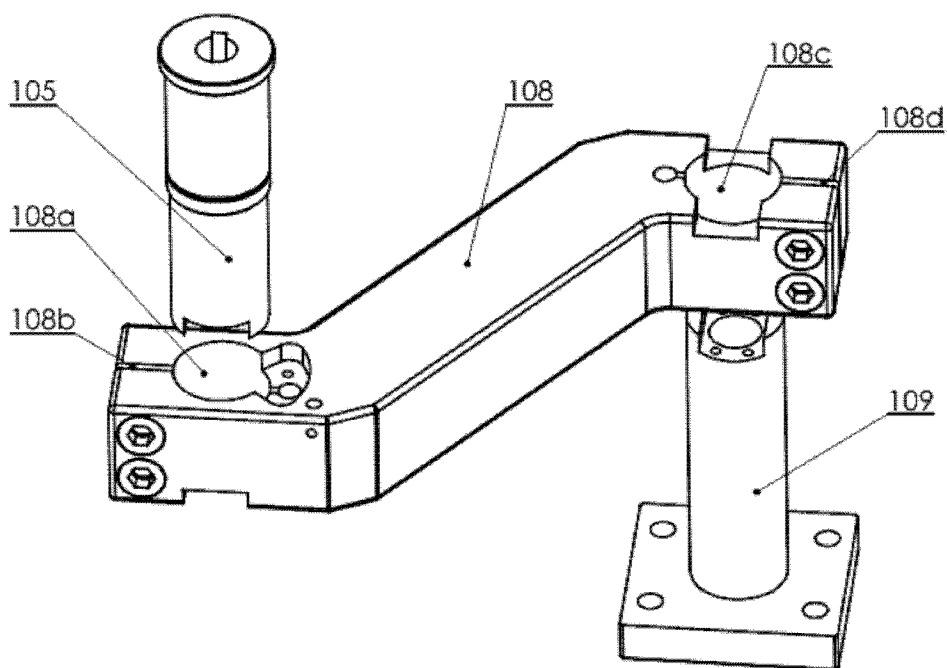


图 5

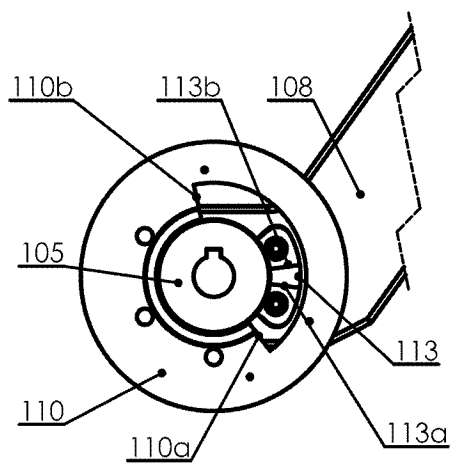


图 6

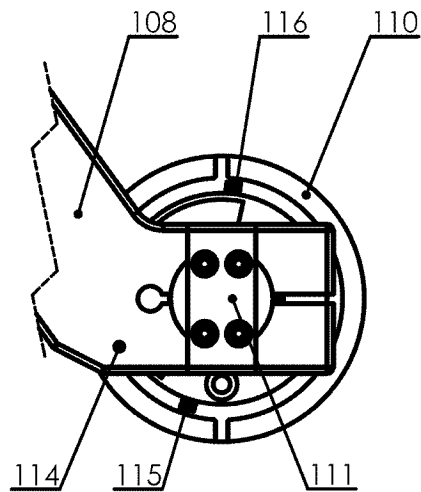


图 7

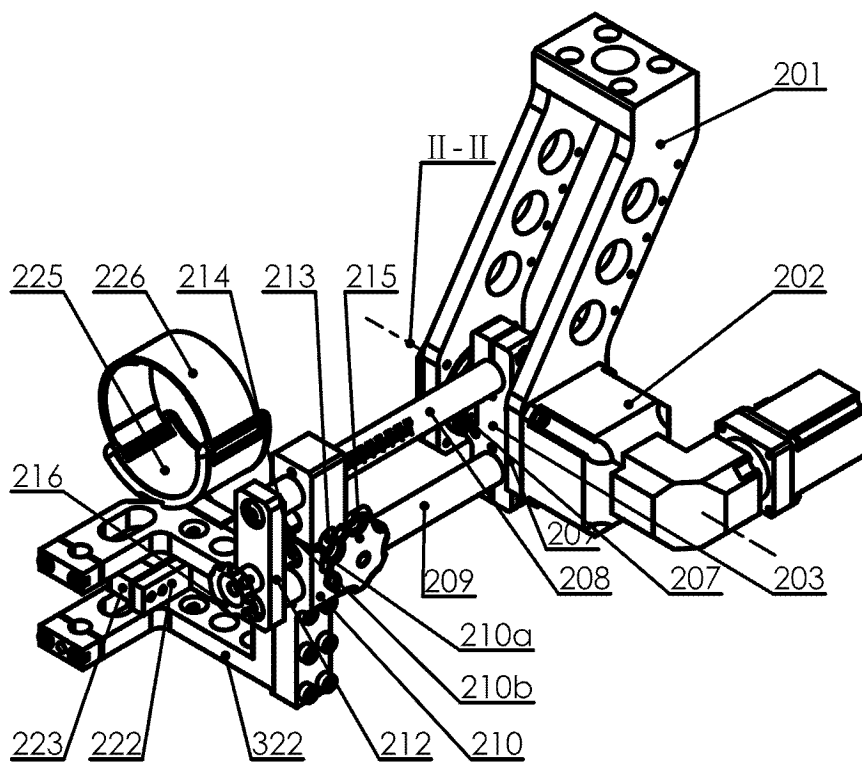


图 8

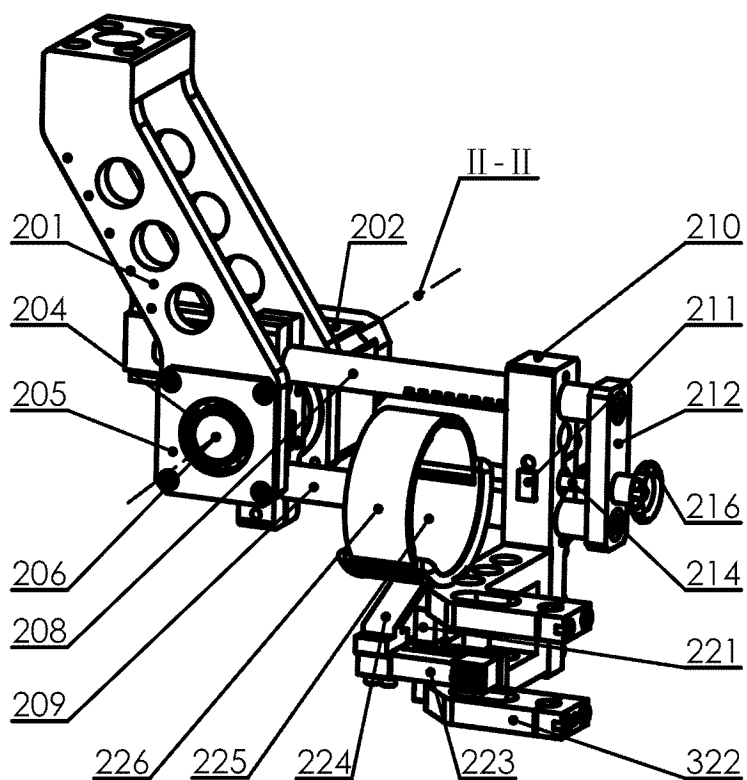


图 9

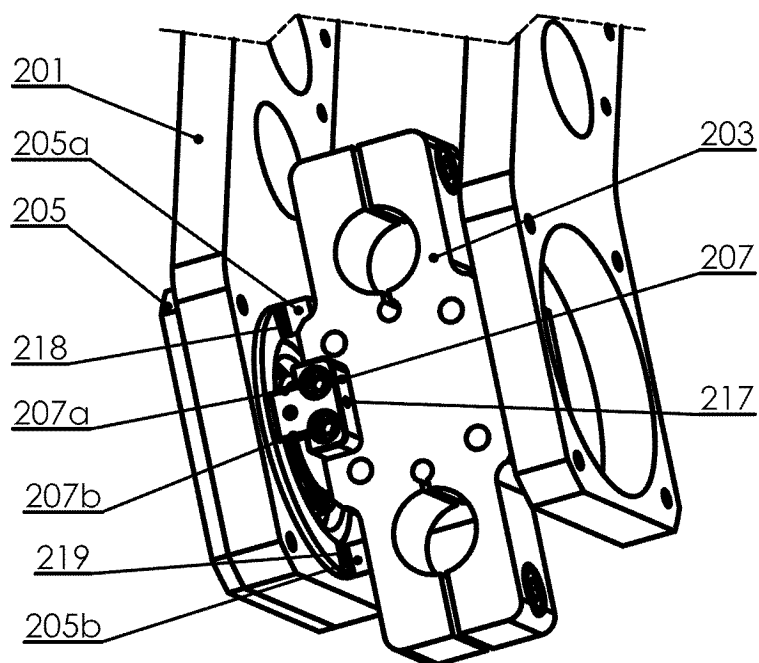


图 10

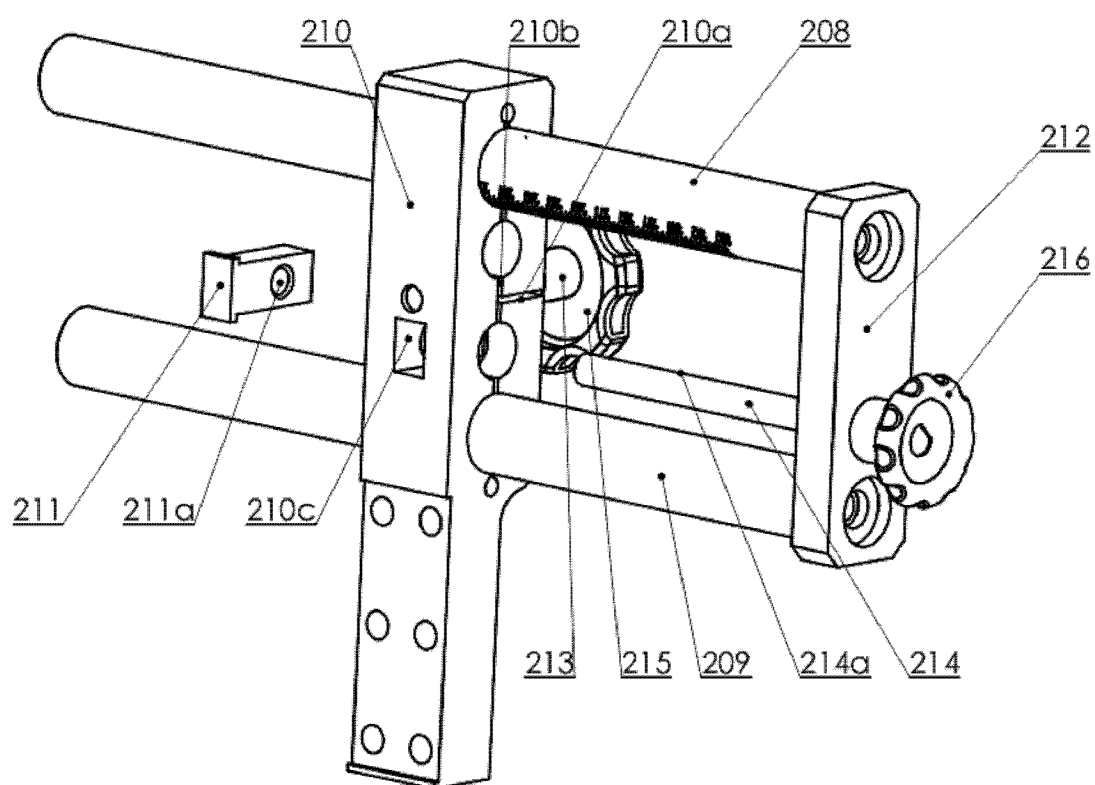


图 11

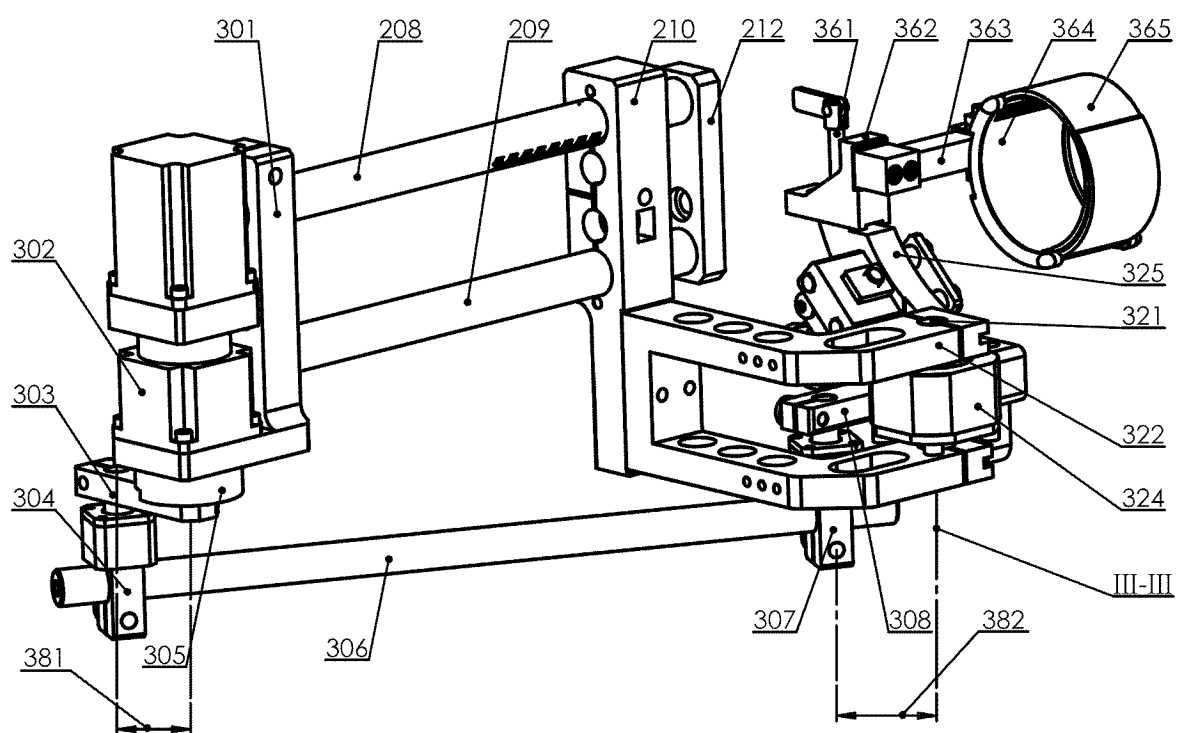


图 12

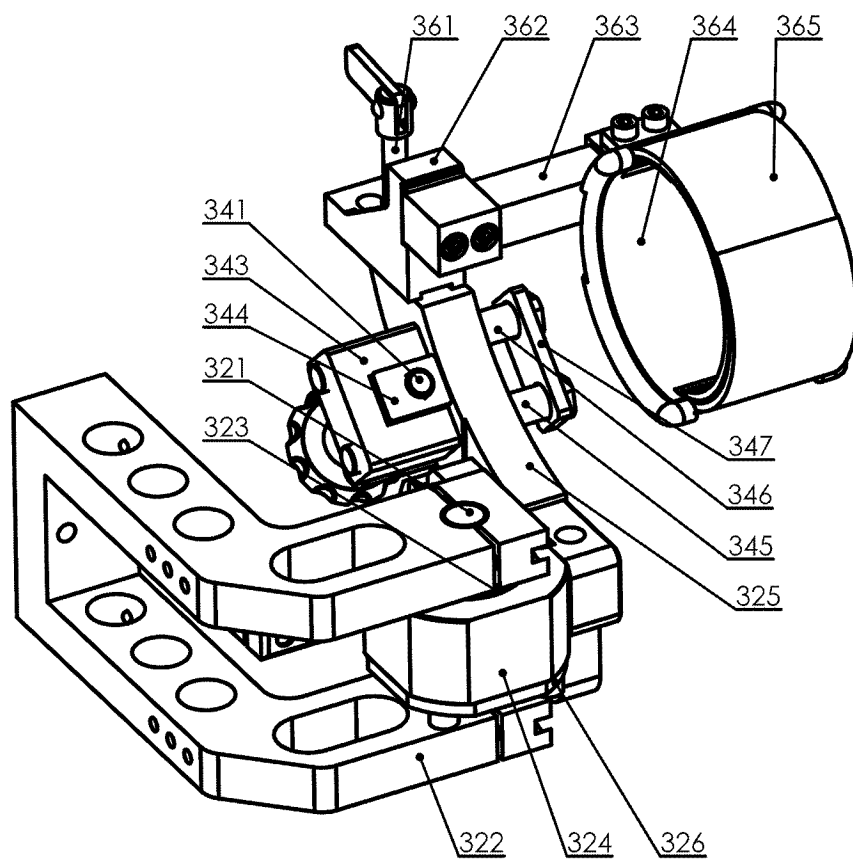


图 13

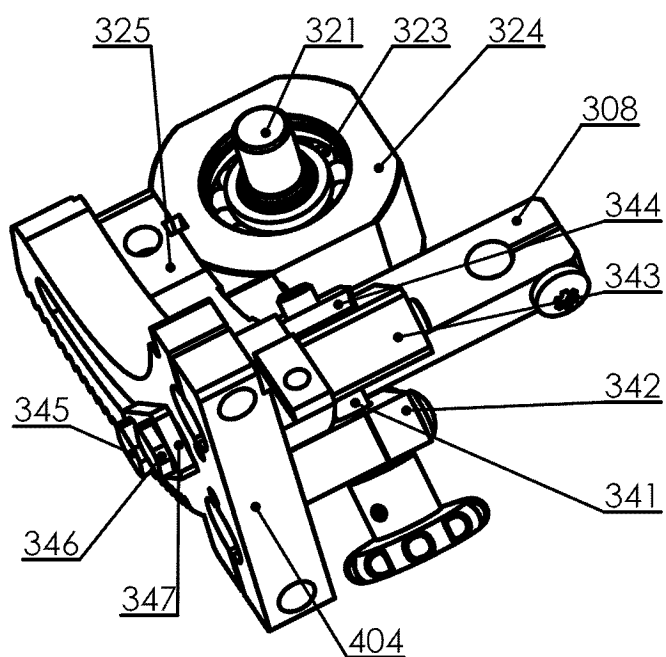


图 14

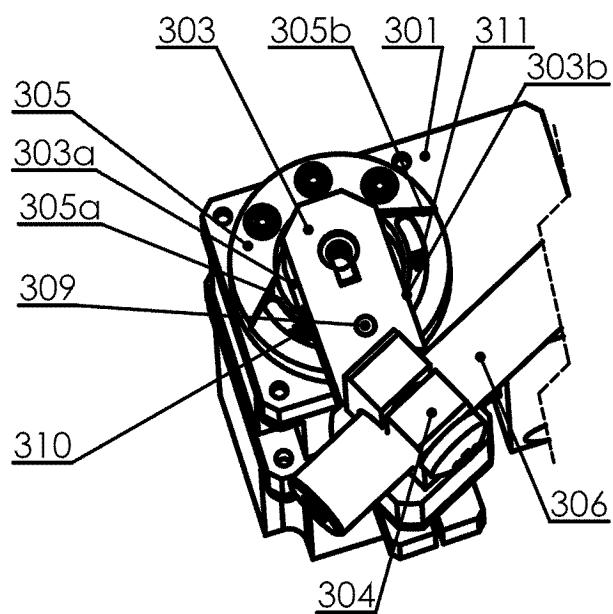


图 15

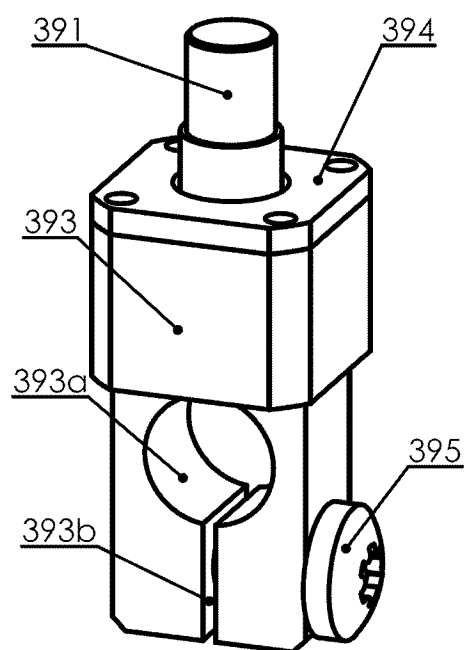


图 16

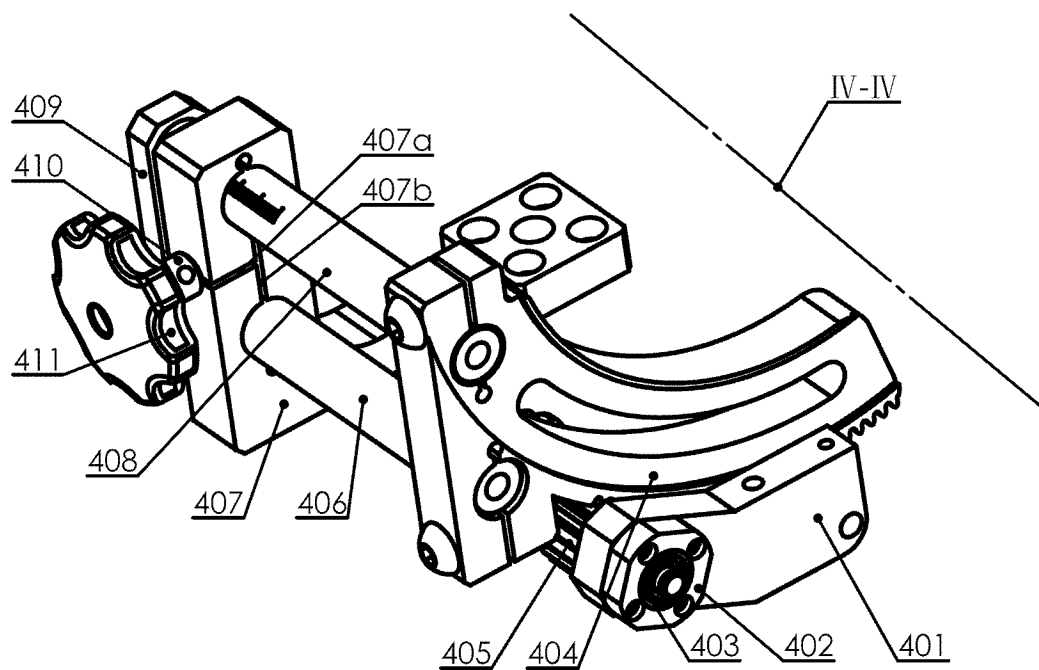


图 17

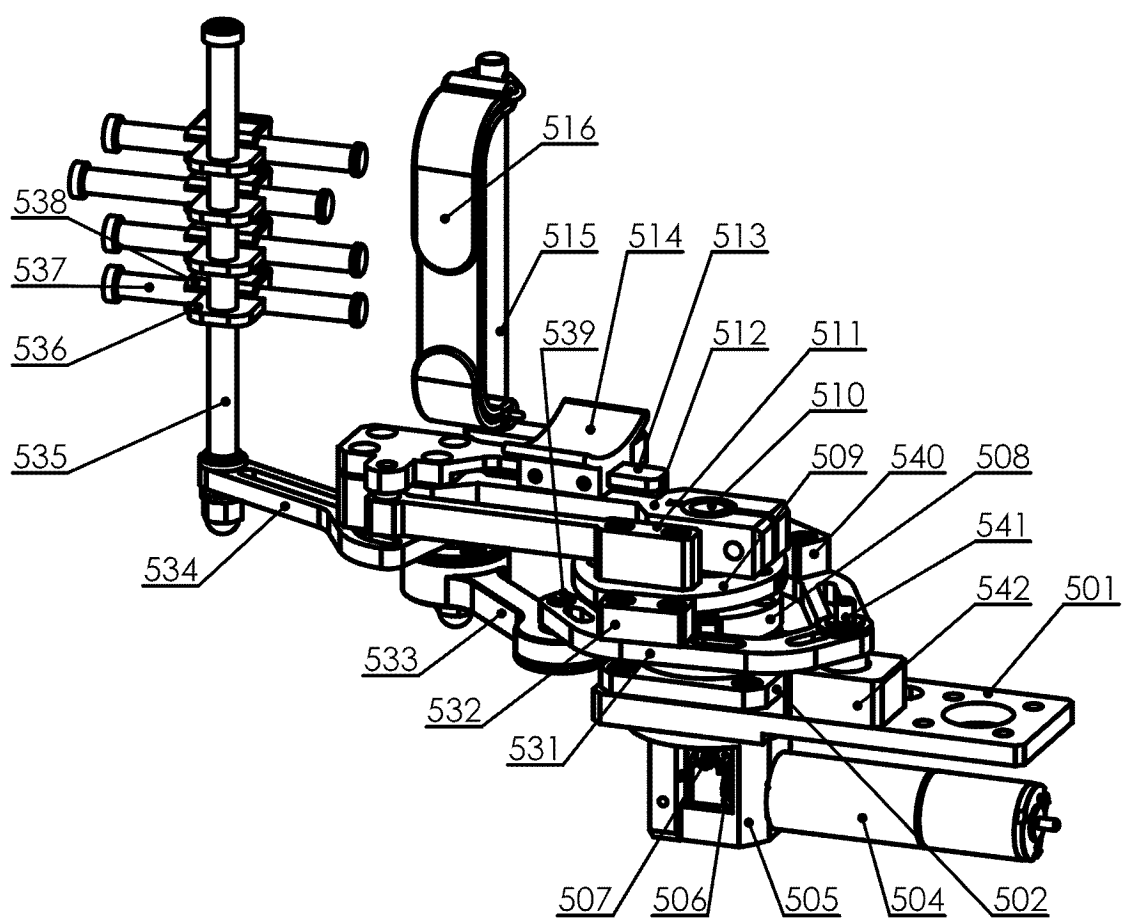


图 18

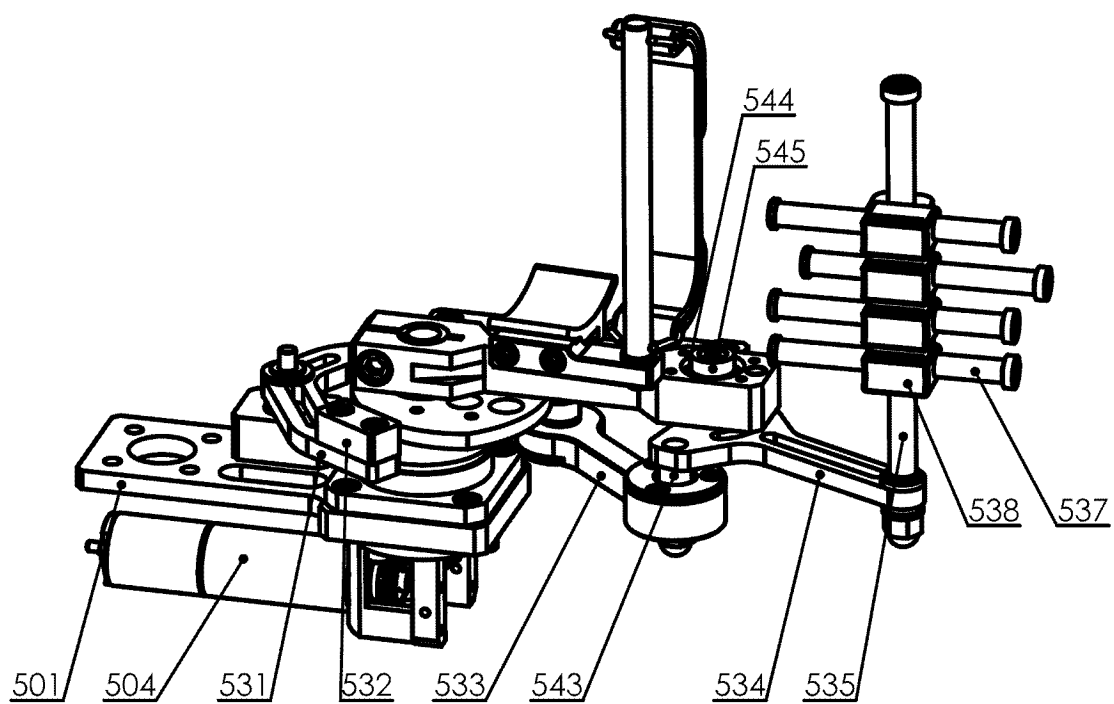


图 19

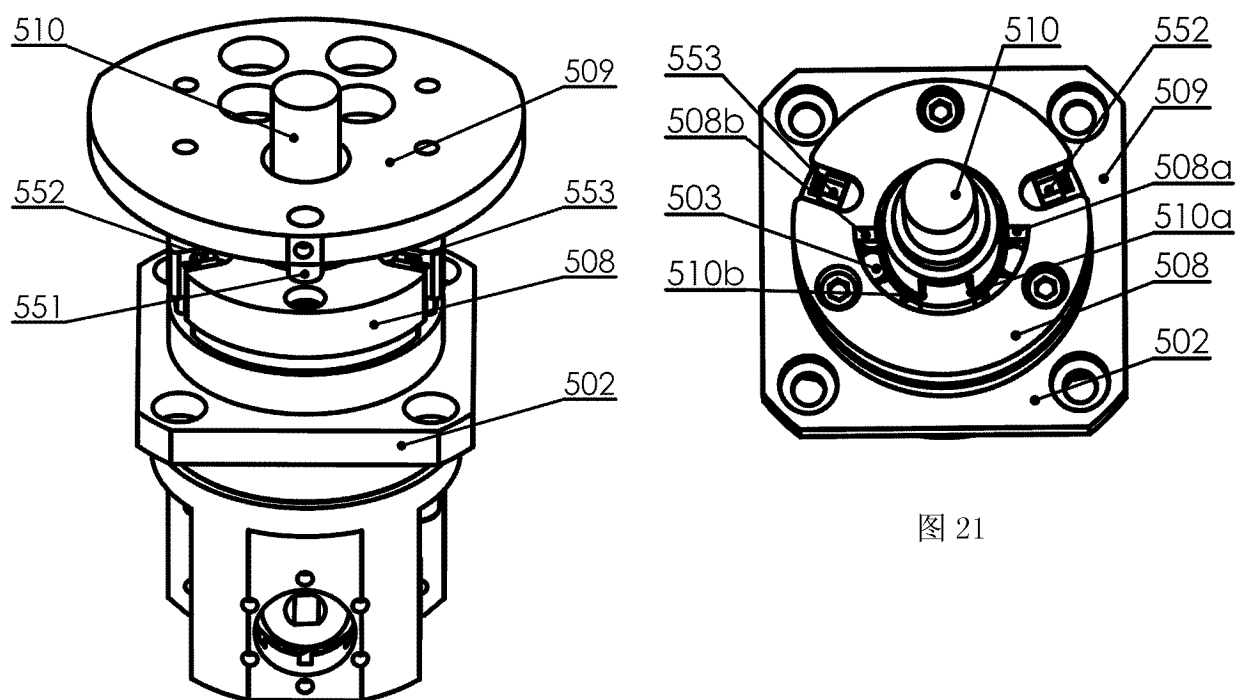


图 20

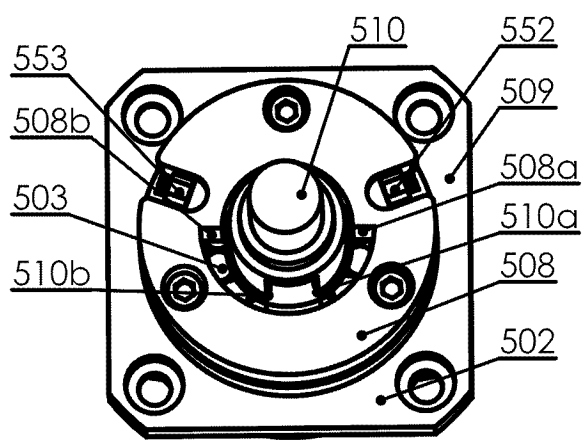


图 21

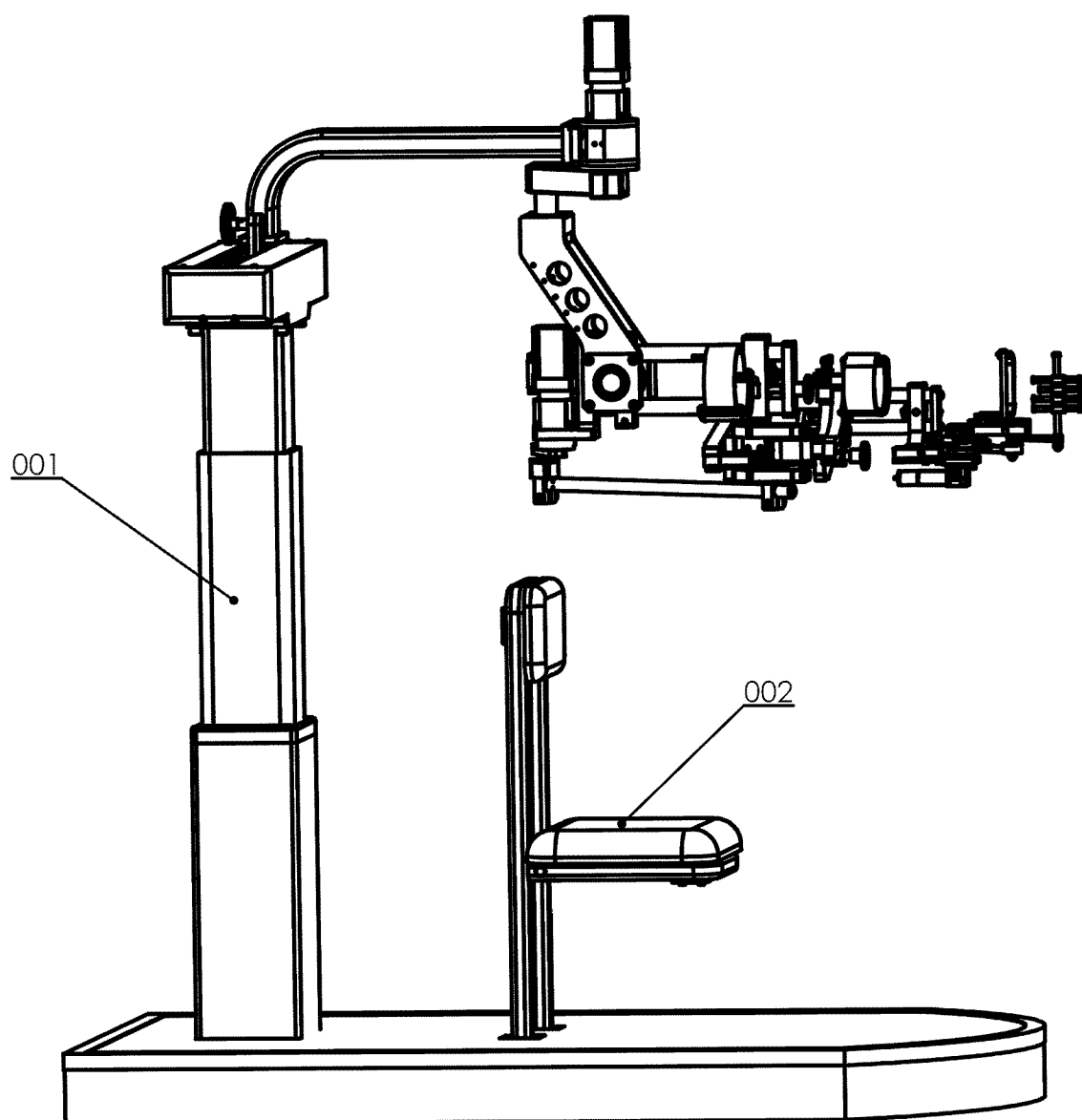


图 22